

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Інтелектуальні вимірювальні системи та інженерія якості» (№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ



(підпис)

О.П. Потильчак

(ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2023 р.

**СИЛАБУС *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 Автоматизація та приладобудування
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Якість, стандартизація та сертифікація
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Харків 2023 рік

Розробник: Черепашук Г.О. професор каф.303, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри

Інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості (№ 303)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 24» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри

к.т.н.

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

В.П. Сіроклин

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 8

Обсяг дисципліни: 4,5 кредитів ЄКТС/ _____ 135 годин, у тому числі

аудиторних – 48 год., самостійної роботи здобувачів – _____ 87 год.

Форма здобуття освіти – *денна*

Дисципліна – *обов'язкова*

Види навчальної діяльності – *лекції - 24, практичні заняття – 12, лабораторні роботи - 12*

Види контролю – *модульний контроль, іспит*

Мова викладання – *українська*

Пререквізити – *фізика, математика, електротехніка, основи метрології, вимірювальні перетворювачі, метрологія та теорія вимірювань, методи та пристрої вимірювання параметрів, електронні пристрої вимірювальної техніки, електронна та мікропроцесорна техніка, пристрої відображення інформації, цифрові засоби вимірювань.*

Кореквізити – *контроль та діагностика засобів вимірювальної техніки, інформаційно-діагностичні системи, проектування ІВС.*

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: формування знань по методології побудови, функціонуванню й оцінюванню характеристик автоматичних засобів вимірювання з перетворенням вимірювальної інформації у цифровий код.

Завдання: дати знання про сучасні принципи, методи і засоби автоматизації вимірювань фізичних величин, освоїти методологію аналізу і проектування засобів автоматизації для рішення вимірювальних задач.

Компетентності, які набуваються:

ЗК1. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях.

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

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

ЗК6. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність бути критичним і самокритичним.

ФК2. Здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи.

ФК3. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки.

ФК4. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань.

ФК5. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів.

Очікувані результати навчання:

ПРН1. Вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки.

ПРН2. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.

ПРН5. Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів вимірювальної техніки (стандартних зразків, еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання).

ПРН6. Вміти використовувати інформаційні технології при розробці програмного забезпечення для опрацювання вимірювальної інформації.

ПРН7. Вміти пояснити та описати принципи побудови обчислювальних підсистем і модулів, що використовуються при вирішенні вимірювальних задач.

ПРН13. Знати та вміти застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення задач в сфері метрології та інформаційно-вимірювальної техніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Стандартні інтерфейси вимірювальної техніки, мікропроцесори (МП) і мікро-ЕОМ у вимірювальних приладах і системах.

Тема 1.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*

- *Обсяг самостійної роботи: 4 години.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Вступ до навчальної дисципліни «Автоматизація вимірювань». Предмет, задачі і зміст дисципліни. Етапи розвитку автоматизації вимірювань. Основні вимоги до автоматизації вимірювань і найважливіші проблеми. Економічний ефект автоматизації вимірювань, його джерела. Автоматизація вимірювань – один з основних засобів підвищення якості продукції й ефективності наукового експерименту. Структура дисципліни, її місце і роль у метрологічній спеціалізації інженера, зв'язок з іншими дисциплінами.

Тема 2.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 1 година.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК*

Основні задачі, принципи і напрямки автоматизації вимірювань. Класифікація, узагальнені структурні схеми й основні характеристики автоматизованих засобів вимірювань. Види системних вимірювань. Особливості організації вимірювань у САК, ГВС, АСУ ТП, АСНД, системах виробничих комплексних іспитів, системах контролю і діагностики, розпізнавання образів. Метрологічні аспекти автоматизації вимірювань.

Тема 3.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей агрегатного комплексу засобів електровимірювальної техніки (АЗЕТ).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК*

Агрегатний комплекс засобів електровимірювальної техніки (АЗЕТ). Загальна характеристика і структура комплексу АЗЕТ. Системотехнічні принципи, покладені в основу АЗЕТ. Агрегатний принцип побудови засобів електровимірювальної техніки. Основні пристрої комплексу АЗЕТ. Пристрої

збору і перетворення інформації. Пристрої вимірювань і відображення інформації.

Тема 4.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей стандартних інтерфейсів вимірювальної техніки.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 6 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Стандартні інтерфейси вимірювальної техніки. Призначення стандартних інтерфейсів. Умови обміну інформацією в системах. Зміст стандарту на інтерфейс. Класифікаційні ознаки стандартних інтерфейсів.

Тема 5.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей стандартного інтерфейсу і системи КАМАК.*
- *Тема лабораторної роботи: Вивчення стандартного вимірювального інтерфейсу КАМАК.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 6 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК, лабораторне обладнання.*

Стандартний інтерфейс і система КАМАК. Горизонтальна магістраль інтерфейсу КАМАК. Типові модулі системи КАМАК. Вертикальна магістраль інтерфейсу КАМАК. Перспективи розвитку інтерфейсу КАМАК.

Тема 6.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей інтерфейсів з паралельно-послідовною та паралельною передачею даних.*

- *Тема лабораторної роботи: Вивчення реєстратора швидкоплинних процесів: вивчення приладового інтерфейсу МЕК.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 6 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК, лабораторне обладнання.*

Інтерфейси з паралельно- послідовною та паралельною передачею даних типу МЕК. Вимірювальні системи, об'єднані інтерфейсом МЕК. Інтерфейсні функції. Інтерфейси нового покоління (VME, VXI та інш.).

Тема 7.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*

- *Тема практичного заняття: визначення особливостей інтерфейсів з послідовною передачею даних.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Інтерфейси з послідовною передачею даних типу RS-232C, RS-422, RS-485. Сумісність різних стандартних інтерфейсів.

Тема 8.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема практичного заняття: визначення особливостей мікропроцесорів (МП) і мікро-ЕОМ у цифрових вимірювальних приладах і системах.*

- *Тема лабораторної роботи: Вивчення цифрового кодо-імпульсного вольтметра.*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 5 годин.*

- *Обсяг самостійної роботи: 6 годин.*

- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК, лабораторне обладнання.*

Мікропроцесори (МП) і мікро-ЕОМ у цифрових вимірювальних приладах і системах. Основні положення мікропроцесорної техніки. Функції МП і мікро-ЕОМ у вимірювальних пристроях. Структури мікро – ЕОМ для цифрових вимірювальних приладів і систем і вимоги до їхніх характеристик. Роль МП у системах з інтерфейсом.

Тема 9.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, лабораторні роботи, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей програмованих вимірювальних приладів.*
- *Теми лабораторних робіт: Вивчення реєстратора швидкоплинних процесів: вивчення цифрового запам'ятовуючого осциллографа. Вивчення цифрового мультиметра-осциллографа.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторних робіт.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК, лабораторне обладнання.*

Програмовані вимірювальні прилади. Особливості побудови програмованих цифрових приладів. Обчислювальні частотоміри. Цифровий частотомір підвищеної точності. Алгоритм роботи, структурна схема, похибки. Електронні осцилографи на базі МП. Цифровий запам'ятовуючий осцилограф. Характеристики, структурні схеми, робота. Мікропроцесорні цифрові вольтметри і мультиметри. Характеристики, структурні схеми, методи підвищення точності вимірювань. Багатоканальні програмовані вимірювальні прилади–логери. Характеристики, структурні схеми, робота.

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Вимірювальні інформаційні системи та вимірювально – обчислювальні комплекси.

Тема 10.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей вимірювальних інформаційних систем (ВІС) як засобу автоматизації вимірів.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*

- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Вимірювальні інформаційні системи (ВІС) як засіб автоматизації вимірювань. Загальна характеристика ВІС. Класифікація, склад і структури ВІС. Метрологічні характеристики ВІС. Різновиди уніфікованих сигналів, застосовуваних у ВІС. Основні блоки ВІС: перетворювачі, що уніфікують, комутатори, пристрої порівняння, пристрою відображення і реєстрації вимірювальної інформації.

Тема 11.

- *Форма занять: лекція, лабораторні роботи, самостійна робота.*
- *Теми лабораторних робіт: Вивчення принципів побудови і функціонування багатоканальної телевимірювальної системи. Вивчення вимірювальної тензометричної системи ЦТМ-5.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 6 годин.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК, лабораторне обладнання.*

Вимірювальні системи. Класифікація, структури, приклади побудови. Телевимірювальні системи. Системи автоматичного контролю. Системи технічної діагностики. Системи розпізнавання образів. Особливості побудови ВІС для дослідження об'єктів у статичному і динамічному режимах. Побудова ВІС на основі агрегатних комплексів державної системи приладів і засобів автоматизації, на основі сучасних комплексів (Євромеханіка та ін.).

Тема 12.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей вимірювально-обчислювальних комплексів (ВОК).*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 3 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Вимірювально – обчислювальні комплекси (ВОК). Загальна характеристика ВОК. Класифікація, склад і структура ВОК. Метрологічні характеристики ВОК. Засоби одержання інформації. Принципи формування комплексів одержання інформації. Засоби керування, обробки і збереження інформації. Мікропроцесорні засоби в модульному виконанні. Засоби системного обміну й оперативного-диспетчерського устаткування. Допоміжні засоби в складі ВОК. Субкомплекси. Алгоритми функціонування та програмне забезпечення ВОК.

Тема 13.

- *Форма занять: лекція, самостійна робота.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 5 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Автоматизація вимірювання неелектричних величин. Принципи побудови засобів автоматичного контролю фізичних величин в машинобудуванні. Прилади контролю лінійних величин, сили, пружності, структури матеріалу та твердості поверхні; маси, швидкості та прискорення; шорсткості та дефектів поверхні; температур, тиску, радіації, швидкості та витрат. Координатні вимірювальні прилади та машини. Динамічна точність контрольних контактних автоматизованих обладнань. Система автоматичного контролю.

Тема 14.

- *Форма занять: лекція, практичне заняття, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: визначення особливостей автоматизації повірочних робіт.*
- *Обсяг аудиторного навантаження: 4 години.*
- *Обсяг самостійної роботи: 7 годин.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття.*
- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): ПК.*

Автоматизація повірочних робіт. Стан і перспективи розвитку автоматизації засобів повірки. Концепція автоматизації повірочних робіт. Принципи побудови автоматизованих повірочних комплексів (АПК). Комплекси технічних засобів АПК. Приклади реалізації АПК. Висновок. Коротке узагальнення основних питань. Перспективи розвитку ВІС, ВОК, АПК і актуальні проблеми їхнього метрологічного забезпечення.

Модульний контроль.

4. Індивідуальні завдання

Відповідно до вимог вивчення дисципліни індивідуальні завдання передбачають самостійну роботу у вигляді виконання робіт навчально-розрахункового характеру, які мають на меті поглиблене вивчення автоматизованих засобів вимірювань.

5. Методи навчання

Вивчення дисципліни “Автоматизація вимірювань” здійснюється традиційними методами із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Теоретичні знання, що викладаються під час лекцій, використовуються під час проведення практичних занять і виконання лабораторних робіт, які проводяться у аудиторіях, обладнаних сучасними комп’ютерними засобами і лабораторним обладнанням.

6. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних і лабораторних заняттях, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

7. Критерії оцінювання та розподіл балів, як отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0	9	0
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...4	8	0...32
Модульний контроль	0...26	1	0...26
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0	5	0
Виконання та захист лабораторних (практичних) робіт	0...4	4	0...16
Модульний контроль	0...26	1	0...26
Всього за семестр			0...100

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних питань та практичного завдання. Максимальна кількість балів за теоретичне питання дорівнює 30 балів, за розв’язання практичного завдання – 40 балів.

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

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Оцінку «задовільно» заслуговує студент, який виявив мінімум знання основного змісту матеріалу з дисципліни в об'ємі, необхідному для подальшого навчання й майбутньої роботи за напрямом (спеціальністю), який справився з виконанням усіх практичних і лабораторних занять(робіт), що передбачені програмою, але у звітах (результатах домашніх і аудиторних робіт) і відповідях на запитання є похибки.

Добре (75 - 89). Оцінку «добре» заслуговує студент, який виконав усі домашні завдання, відпрацював усі практичні та лабораторні заняття, який виявив повне знання програмного матеріалу, вірно розкрив суть проблем та у цілому розв'язав завдання лабораторних занять, але у змісті відповіді є незначні помилки, або недостатньо обґрунтовано надані відповіді на запропоновані запитання з лекційного матеріалу з дисципліни, з матеріалу практичних і лабораторних занять та матеріалу з самостійної роботи.

Відмінно (90 - 100). Оцінку «відмінно» заслуговує студент, який виявив всебічні чіткі, систематичні та глибокі знання теоретичного та практичного навчального матеріалу з дисципліни, вірно розкрив суть і достатньо обґрунтував своє ставлення до запропонованих питань, виявив вміння вільно виконувати практичні завдання, що передбачені програмою, а також безпомилково виконав вправи, вміє аналізувати і систематизувати інформацію.

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

8. Політика навчального курсу

У разі невиконання навчального плану (відсутності на лекціях, практичних чи лабораторних роботах) студент зобов'язаний опрацювати матеріал лекцій, практичних чи лабораторних робіт через підручники та методичну літературу.

Контроль якості опрацювання здійснюється через написання рефератів або виконання додаткових завдань у терміни, передбачені консультаціями викладача та у передсесійний період.

9. Методичне забезпечення

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті, знаходяться за посиланням:

http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=BookList&lang=ukr&caller_mode=KNMZ&disciplinesearch=yes&combiningAND=1&theme_cond=all_theme&is_ttp=0&knmz_doctype_list=0&qualificationlevel_list=0&search fld=&discipline_list=0&department_list=16&knowledgearea_list=0&speciality_knmz_list=0&syllabus_list=0&responsibility_fld=&action=subscribe&list_id=1&email=

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням на сайті кафедри за посиланням: <https://k303.khai.edu/>.

10. Рекомендована література

Базова

1 Черепашук Г.О. та ін. Вивчення стандартного вимірювального інтерфейсу КАМАК. Опис лабораторної роботи. Харків: ХАІ, 1992.

2 Титаренко С.І., Черепашук Г.О. Застосування технічних засобів КАМАК для реалізації АСУ ТП і АСК. Харків: ХАІ, 1990.

3 Черепашук Г.О., Подарьова М.М. Вимірювання та реєстрація параметрів швидкоплинних процесів. Опис лабораторної роботи. Харків: ХАІ, 1995.

4 Черепашук Г.О., Сердюк І.В. Вимірювальна тензометрична система. Опис лабораторної роботи. Харків: ХАІ, 2001.

5 Абрамов Л.О. Вивчення принципів побудови та функціонування багатоканальної телевимірювальної системи. Методичні вказівки до лабораторної роботи. Харків: ХАІ, 1988.

6 Черепашук Г.О., Потильчак О.П., Шевченко В.І. Вивчення цифрового мультиметра-осцилографа. Навчальний посібник з виконання лабораторних робіт. Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2016.

7 Бикова Т.В., Черепашук Г.О. Інтелектуальні засоби вимірювальної техніки. Харків: "ХАІ", 2006.

8 Бикова Т.В., Потильчак О.П., Черепашук Г.О. Сучасні інтерфейси для вимірювальної техніки. Навчальний посібник до курсового та дипломного проектування. Харків: "ХАІ", 2009.

9 Потильчак О.П., Черепащук Г.О. Послідовні інтерфейси передавання даних для вимірювальних і управляючих систем. Навчальний посібник з виконання лабораторної роботи. Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2010.

10 Бикова Т.В., Потильчак О.П., Черепащук Г.О. Бездротова передача даних у засобах вимірювань і контролю. Навчальний посібник. Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2010.

11 Черепащук Г.О., Потильчак О.П., Борзенкова Г.В. Віртуальні вимірювальні прилади. Навчальний посібник. Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2013.

12 Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т. Львів: «Львівська політехніка», 2005.

Допоміжна

1 Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка. – Львів: «Бескід Біт», 2003. - 540 с.

2 Проектирование микропроцессорных измерительных приборов и систем / В.Д. Циделко и др./ К.: Техника, 1984.

3 Теоретические основы информационно-измерительных систем: Учебник / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Еременко и др.; под ред. В. П. Бабака / - К.: 2014.

11. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 303: <https://k303.khai.edu/>