

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

Кафедра інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості
(№ 303)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Євген КАЛАШНІКОВ
(ініціали та прізвище)

« 29 » 08 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
HABЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
(назва навчальної дисципліни)

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

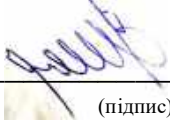
Спеціальність: 176 Мікро- та наносистемна техніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Мікро- та наносистемна техніка
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Шевченко В.І., к.т.н., доцент 
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус розглянуто на засіданні кафедри інтелектуальних
вимірювальних систем та інженерії якості

Протокол № 1 від «21» 08 2025 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доц.  Віталій СІРОКЛИН
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Здобувач групи 344  Павло БАЛКОВИЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Шевченко Володимир Іванович

Посада: доцент кафедри інтелектуальних
вимірювальних систем та інженерії якості

Науковий ступінь: к.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає: «Електронні пристрої вимірювальної техніки», «Основи конструювання засобів вимірювальної техніки», «Основи теорії надійності вимірювальних і обчислювальних комплексів», «Manufacturing Process of CSE»

Напрями наукових досліджень:

Розробка і виготовлення прототипів винаходів;

Підвищення точності систем управління;

Підвищення надійності систем управління.

Контактна інформація:

e-mail: v.shevchenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	3
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 3 кредити ЄКТС / 90 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 16; СРЗ – 50);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	фізика, вища математика, електротехніка, основи метрології

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування у здобувачів фахових знань щодо основних електронних пристроїв, які використовуються у інформаційно-вимірювальній техніці.

Завдання – навчити здобувача користуватися електронними елементами з сучасними характеристиками при їх виборі для формування структури заданого технічним завданням приладу або системи.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування знань з електроніки

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності (ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ФК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ФК4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки.

ФК12. Знати основні технічні характеристики електричного обладнання для засобів мікро- та наноелектроніки та установок для їх контролю

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації .

ПРН3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.

ПРН7. Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовий модуль 1. Основи електроніки

Тема 1.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичного заняття: Контрольна робота (вхідний контроль).*
- *Тема лабораторної роботи: Ознайомлення з тестером. Побудова тестера. Вольтметр, амперметр, омметр.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

Вступна. Предмет і зміст дисципліни, порядок її вивчення, зв'язок з іншими дисциплінами. Література, що рекомендується. Місце дисципліни в навчальному плані. Основні поняття та визначення. Визначення похідної, інтеграла, приклади похідної, інтеграла, визначення току, напруги, потенціалу, опору, провідності, потужності, енергії, 2 закони Кірхгофа, графіки напруги і току в типовій промисловій мережі.

Тема 2.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Користування тестером. Вимірювання опору. Вимірювання напруги.*
- *Тема лабораторної роботи: Користування тестером. Вимірювання опору. Вимірювання напруги.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

Промислове живлення пристроїв. Розрахунок товщини дротів, з'єднувачів, роз'ємів та вимикачів згідно току. Трансформатори. Призначення, принцип дії, побудова, технічні характеристики трансформаторів, робота трансформаторів у режимах холостого ходу та під навантаженням, к.к.д. трансформаторів, розрахунок трансформаторів. Особливості експлуатації трансформаторів. Гальванічний розв'язок. Типові несправності - насичення сердечника, кз виток.

Тема 3.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Перевірка тестером радіоелементів – резисторів.*
- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером радіоелементів – резисторів.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

Типові схеми включення трансформаторів - джерело живлення, зварювальний апарат, блокінг-генератор, автомобільне запалювання, запальничка, шокер, трансформаторна схема вимірювання електроенергії, підсилювач-узгоджувач навантаження. Типові схеми включення резисторів, конденсаторів, та індуктивностей, послідовні та паралельні з'єднання, поняття шунт, баласт, дільник напруги. RC, LC-кола. Типова схема акустичної системи. Приклади індуктивних навантажень – динамік, телефон, електромагнітне реле, клапан, електричний двигун, сервопривід. Небезпека індуктивних навантажень.

Тема 4.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Перевірка тестером перемикачів, схеми перемикачів.*
- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером перемикачів, схеми перемикачів.*
- *Питання до самостійного вивчення: опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до практичного заняття, підготовка до лабораторної роботи.*

Характеристики сигналів. Сигнали промислової мережі живлення. Постійний. Гармонічний НЧ. Гармонічний ВЧ. Типові інформаційні сигнали. Гармонічний ВЧ. Меандр. Перехідний. Імпульсний. ЧМ сигнал. ШІМ сигнал. Акустичний. Випадковий НЧ, ВЧ. Білий шум.

Тема 5.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Перевірка тестером перемикачів, схеми перемикачів.*
- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером перемикачів, схеми перемикачів.*

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

Вихідна характеристика приладу. Вихідна характеристика вимірювача, підсилювача, випрямляча, реле. Дефекти вихідної характеристики – зона насичення, зона нечутливості, люфт, дискретизація.

Модульний контроль – письмова контрольна робота.

МОДУЛЬ 2.

Змістовий модуль 2. Основи електроніки напівпровідників

Тема 6.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема практичних занять: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – діодів.*

- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – діодів.*

- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Напівпровідникові діоди. Принцип дії. Класифікація по навантаженню – випрямні та імпульсні, пласкі та точкові діоди, по частотному діапазону – НЧ, ВЧ, СВЧ. Вольт-амперна характеристика. Діод Шотткі. Схеми діодних випрямлячів – однополуперіодний випрямляч, мостовий випрямляч. Охолодження діодів.

Двополуперіодний випрямляч, трьох- і чотири- фазний випрямляч, діодний помножувач.

Тема 7.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема практичних занять: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – діодів.*

- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – діодів.*

- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Потрібність стабілізації напруги джерел живлення – пульсації та нестабільність, стабілітрон та стабістор, параметричний стабілізатор, мікросхема стабілізатора, технічні характеристики стабілізаторів – напруга, тік,

к.к.д., коефіцієнт стабілізації. Схеми діодного обмеження амплітуди сигналу, діодного детектування радіосигналу, застосування варикапа. Послідовне та паралельне включення діодів. Світлодіоди, лазерні світлодіоди, схеми світлодіодної стрічки, світлодіодної лампи, фотодіоди, схема сонячної батареї, оптрони.

Тема 8.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – транзисторів.*
- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – транзисторів.*
- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Напівпровідникові біполярні транзистори. Принцип дії. Приклад включення. Коефіцієнт підсилення. Складовий транзистор Дарлінгтона. Вихідна характеристика. Різниця між аналоговим та ключовим режимами роботи транзистора. Охолодження транзисторів. Типові схеми включення транзисторів – зі спільним колектором, зі спільним емітером, зі спільною базою.

Тема 9.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – транзисторів.*
- *Тема лабораторної роботи: Перевірка тестером напівпровідникових радіоелементів – транзисторів.*
- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Приклади включення транзисторів в ключовому режимі. Порівняння зі схемами включення польових транзисторів та радіоелектронних ламп. Діодний захист при вимиканні індуктивного навантаження. Транзисторний міст, H-bridge, як драйвер двигуна.

Тема 10.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Типові схеми транзисторних підсилювачів.*
- *Тема лабораторної роботи: Приклади включення транзисторів*

- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Приклади включення транзисторів в аналоговому режимі. Типові схеми транзисторних підсилювачів. Схема одноканального підсилення зі зміщенням сигналу. Типова схема двоканального аналогового підсилення. Вихідні характеристики. Переваги і недоліки. Технічні проблеми підсилювачів. Завади вхідних каскадів, похибки кінцевих каскадів. Транзисторне джерело току. Вихідна характеристика. Приклади.

Тема 11.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема практичних занять: Тиристори. Принцип дії.*

- *Тема лабораторної роботи: Тиристори. Типова схема включення.*

- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Тиристори. Принцип дії. Типова схема включення. Переваги і недоліки.

Модульний контроль – письмова контрольна робота.

Змістовий модуль 3. Основи електроніки мікросхем

Тема 12.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*

- *Тема практичних занять: Методи боротьби з завадами і похибками електричних сигналів.*

- *Тема лабораторної роботи: Типові схеми включення операційних підсилювачів.*

- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Методи боротьби з завадами і похибками електричних сигналів. Синфазний та диференціальний сигнали. Диференціальний підсилювач. Типовий операційний підсилювач. Загальноприйняті властивості операційних підсилювачів. Типові схеми включення операційних підсилювачів: підсилювач, що інвертує та не інвертує, диференціатор та інтегратор, ПД-регулятор. Схема потужного підсилювача.

Тема 13.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Генератори. Класифікація генераторів. Принцип дії генераторів.*
- *Тема лабораторної роботи: Типові схеми генераторів: симетричний та несиметричний мультівібратор, блокінг-генератор, релаксаційний генератор, генератор на мікросхемі 555.*
- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Генератори. Класифікація генераторів. Принцип дії генераторів. Типові схеми генераторів: симетричний та несиметричний мультівібратор, блокінг-генератор, релаксаційний генератор, генератор на мікросхемі 555.

Тема 14.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Типові схеми формування імпульсів.*
- *Тема лабораторної роботи: Типові схеми формування імпульсів.*
- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Схеми формування імпульсів. Компаратори. Тригери Шміта. Приклади використання тригерів. Детектори фронту і спаду. Одновібратори. Генератори імпульсів.

Тема 15.

- *Форма занять: лекції, практичні заняття, лабораторна робота, самостійна робота.*
- *Тема практичних занять: Приклади типових складних електронних схем.*
- *Тема лабораторної роботи: Приклади типових складних електронних схем.*
- *Питання до самостійного вивчення: Аналіз типових електронних схем згідно до умов задач РГР.*

Приклади типових складних електронних схем. Імпульсне джерело живлення. Тиристорна світломузика. Сенсорна кнопка.

Модульний контроль – письмова контрольна робота.

5. 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 електронних пристроїв.

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних занять, консультації за розкладом кафедри, самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

7. Методи контролю

Поточний контроль виконання практичних і лабораторних робіт. Модульний контроль. Семестровий контроль у вигляді іспиту.

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

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Види навчальної діяльності з можливими оцінками поточних видів контролю	Сума балів
Модуль 1	
Контрольна робота (вхідний контроль)	0 ÷ 5
Практичні заняття	0 ÷ 5
Лабораторні заняття	0 ÷ 10
Модульний контроль	0 ÷ 10
Разом за змістовий модуль 1	0 ÷ 30
Модуль 2	
Практичні заняття	0 ÷ 10
Лабораторні заняття	0 ÷ 10
Модульний контроль	0 ÷ 10
Разом за змістовий модуль 2	0 ÷ 30
Модуль 3	
Практичні заняття	0 ÷ 10
Лабораторні заняття	0 ÷ 10
Модульний контроль	0 ÷ 10
Разом за змістовий модуль 3	0 ÷ 30
Самостійна робота, виконання РГР	0 ÷ 10
Усього за семестр	0 ÷ 100
Можливі додаткові контрольні заходи	
виконання та захист індивідуального завдання (одного)	0 ÷ 20
виступ на студентській конференції з дисципліни	0 ÷ 20
Захист реферату	0 ÷ 10

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

Білет для іспиту складається з 2 теоретичних запитань та 1 практичного завдання. За повну правильну відповідь на теоретичні запитання здобувач отримує по 30 балів. За повністю правильно виконане практичне завдання – 40 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали 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

Необхідний обсяг знань й умінь для одержання позитивної оцінки:

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. Виконати та захистити лабораторні роботи. Виконати та захистити самостійну роботу. Знати основні поняття, принципи.

Добре (75-89). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. Виконати та захистити лабораторні роботи. Виконати та захистити самостійну роботу. Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі практичні роботи з обґрунтуванням, рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Здати всі контрольні точки з оцінкою не нижче, ніж «добре».

Відмінно (90-100). Досконало знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно».

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. У разі відсутності на практичних заняттях здобувач зобов'язаний опрацювати матеріал відповідних практичних робіт, використовуючи підручники та методичні посібники. Контроль якості опрацювання здійснюється під час захисту практичних робіт.

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>). Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування 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

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=

1. Електронна та мікропроцесорна техніка в метрології й інформаційно-вимірювальних системах: навч. посібник до лаб. практикуму / М.В. Цеховський, О.В. Світличний, О.В. Заболотний, В.О. Книш. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2009. – 80 с.

2. Електронна та мікропроцесорна техніка в метрології й інформаційно-вимірювальних системах: навч. наочний посібник / М.В. Цеховський, О.В. Світличний. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2009. – 124 с.

3. Дергачов В.А. Інтегральна електроніка у вимірювальних пристроях / В.А. Дергачов, І.В. Чумаченко, А.М. Анікін. – Х.: ХАІ, 1999. – 86 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жушков В.Я., Зорі А.А., Співак В.М. Основи технічної електроніки: книга 1. Підручник - К.: НТУ «КП», 2017 – 510 с.

2. Сосков А. Г. Промислова електроніка : підручник / А. Г. Сосков, Ю. П. Колонтаєвський ; за ред. д-ра техн. наук, проф. А. Г. Соскова. – Київ : Каравела, 2016. – 536 с.

3. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник 2-е вид. /За ред.. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009 – 416 с.

4. Медяний Л.П. Аналогова схемотехніка / Л. П. Медяний – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 177 с.

Допоміжна

1. Аналогова схемотехніка : навчальний посібник / О. М. Кобяков, М. М. Ляпа, В. М. Лисенко та ін. – Суми : СумДУ, 2007. – 209 с.

2. Савицька М. П. Аналогові електронні пристрої : навчальний посібник. Модуль 1 / М. П. Савицька, Л. Б. Ботнар. – Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2009. – 108 с.

3. Савицька М. П. Аналогові електронні пристрої: навчальний посібник. Модуль 2 / М. П. Савицька, Л. Б. Ботнар. – Одеса : ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2009. – 144 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри ЗОЗ: <https://k303.khai.edu/>
2. <https://aqteck.com.ua/ua/gotovi-rishennja>
3. <https://aqteck.com.ua/ua/projects>
4. https://ocw.tudelft.nl/course-lectures/introduction-measurements-measurement-systems/?utm_source=chatgpt.com
5. https://welib.org/slow_download/7062475f401fec2ab87bfd7e7adf1186/0/0