

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

Кафедра «Аерокосмічних радіоелектронних систем» (№501)



## РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Контрольно-вимірювальне обладнання радіоелектронних систем (назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»  
«Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби»

**Форма навчання:** денна

**Рівень вищої освіти:** перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробники: Жила С.С., завідувач каф. 501, к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

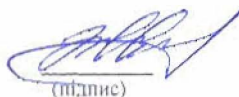
  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 501 аерокосмічних радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12/20-21 від « 25 » серпня 2021 р.

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

  
(підпис)

С.С. Жила  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 3	<p><b>Галузь знань</b> 17 «Електроніка та телекомунікації» (шифр і найменування)</p> <p><b>Спеціальність</b> 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (код і найменування)</p> <p><b>Освітня програма</b> «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси» (найменування)</p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	<i>Обов'язкова</i>
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 40*/90		3-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,5 самостійної роботи здобувача – 3,125		<b>Лекції*</b>
		24 годин
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		16 годин
		<b>Лабораторні*</b>
	___ годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	50 годин	
<b>Вид контролю</b>	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:  
40 / 50.

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** надати основні відомості з принципів побудови та функціонування контрольно-вимірювальних приладів, надати майбутнім фахівцям знань з проведення інструментальних вимірювань в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах та визначення похибок цих вимірювань.

### **Завдання:**

- вивчення основних понять та означень в теорії вимірювань,
- ознайомлення з класифікацією та загальними методами проведення вимірювань контрольно-вимірювальним приладами,
- вивчення типів похибок та класів точності засобів вимірювальної техніки,
- вивчення основних операцій оцінювання результатів вимірювань,
- ознайомлення з основними засобами електричних вимірювань та їх метрологічними характеристиками.

### **Компетентності, які набуваються:...**

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно- телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань.
- здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

### **Очікувані результати навчання:**

- вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у галузі електроніки та телекомунікацій.
- вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.
- здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення та їх елементів.

**Пререквізити** – вища математика, фізика, теорія електричних кіл.

**Кореквізити** – елементна база радіоелектроніки, сигнали та процеси, цифрова схемотехніка.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

##### **Змістовний модуль 1. Основи теорії вимірювань. Похибки вимірювань.**

###### **Тема 1. Основні поняття теорії вимірювань.**

Загальні відомості. Історія розвитку метрології. Основні поняття вимірювань

###### **Тема 2. Фізичні властивості і величини.**

Фізичні властивості і величини. Системи фізичних величин і їх одиниць. Шкали вимірювань.

###### **Тема 3. Класифікація вимірювань, методів та засобів вимірювальної техніки.**

Класифікація вимірювань. Способи отримання результатів вимірювань. Основні операції процесу вимірювання. Методи вимірювань.

###### **Тема 4. Засоби вимірювальної техніки та еталони одиниць фізичних величин.**

Засоби вимірювань, їх види та класифікаційні ознаки. Характеристики засобів вимірювальної техніки. Еталони одиниць фізичних величин.

##### **Модульний контроль**

##### **Змістовний модуль 2. Основні операції опрацювання результатів вимірювань. Засоби вимірювальної техніки.**

###### **Тема 1. Основні операції опрацювання вимірювань.**

Загальні відомості. Нехтування похибками. Заокруглення похибок. Додавання похибок. Грубі похибки та методи їх виключення.

###### **Тема 2. Опрацювання результатів прямих вимірювань.**

Опрацювання результатів прямих одноразових вимірювань. Опрацювання результатів прямих вимірювань з багаторазовими незалежними і рівноточними спостереженнями. Інформаційна концепція вимірювання.

###### **Тема 3. Загальні характеристики засобів вимірювальної техніки.**

Класифікація і основні характеристики засобів вимірювальної техніки. Метрологічні характеристики засобів вимірювання. Аналогові вимірювальні прилади. Цифрові вимірювальні прилади.

###### **Тема 4. Вимірювання електричних величин.**

Загальні положення вимірювань електричних величин. Вимірювання струму і напруги. Вимірювання потужності. Вимірювання електричної енергії. Вимірювання коефіцієнта потужності. Вимірювання частоти. Вимірювання електричного опору в колах постійного струму.

##### **Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Основи теорії вимірювань. Похибки вимірювань.</b>					
ТЕМА 1. Основні поняття теорії вимірювань.	10	2		2	6
ТЕМА 2. Фізичні властивості і величини.	12	4		2	6
ТЕМА 3. Класифікація вимірювань, методів та засобів вимірювальної техніки.	13	4		2	7
ТЕМА 4. Засоби вимірювальної техніки та еталони одиниць фізичних величин.	10	2		2	6
<b>Модульний контроль</b>					
Разом за змістовним модулем 1	45	12		8	25
<b>Змістовний модуль 2. Основні операції опрацювання результатів вимірювань. Засоби вимірювальної техніки.</b>					
ТЕМА 1. Основні операції опрацювання вимірювань.	10	2		2	6
ТЕМА 2. Опрацювання результатів прямих вимірювань.	10	2		2	6
ТЕМА 3. Загальні характеристики засобів вимірювальної техніки.	12	4		2	6
ТЕМА 4. Вимірювання електричних величин.	13	4		2	7
<b>Модульний контроль</b>					
Разом за змістовним модулем 2	45	12		8	25
<b>Усього годин</b>	90	24		16	50

#### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	<b>Разом</b>	

## 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
	<b>Разом</b>	

## 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження роботи цифрового мультиметру	2
2	Дослідження роботи лабораторних та програмованих блоків живлення постійного струму	2
3	Дослідження роботи аналогового осцилографу	2
4	Дослідження роботи цифрового осцилографу з граничною частотою 100 МГц	2
5	Дослідження роботи генератору низької частоти	2
6	Дослідження роботи прецензійного цифрового мультиметру	2
7	Дослідження роботи осцилографу Rohde & Schwarz з граничною частотою 5 ГГц	2
8	Дослідження роботи спектроаналізатору	2
	<b>Разом</b>	16

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 1, тема 1.	6
2	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 1, тема 2.	6
3	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 1, тема 3.	7
4	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 1, тема 4.	6
5	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 2, тема 1.	6
6	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 2, тема 2.	6
7	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 2, тема 3.	6
8	Підготовка до аудиторних занять за змістовним модулем 2, тема 4.	7
	<b>Разом</b>	50

## 9. Індивідуальні завдання

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за методичними матеріалами.

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...24	1	0...24
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...24	1	0...24
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для заліку складається з 2 теоретичних запитань. Максимальна кількість балів за одне запитання – 50 балів. Усього можливо отримати 100 балів.

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

### Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. Вміти самостійно давати характеристику існуючим контрольно-вимірвальним приладам, класифікувати та розраховувати похибки вимірювань.

**Добре (75 - 89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати всі лабораторні завдання в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати складні способи діагностики точності роботи вимірвальної техніки, забезпечити налаштування параметрів цифрових вимірвачів, вміти складати технічне обґрунтування вибору методу вимірювання опрацювання результатів вимірювань.



**Відмінно (90 - 100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі технології, які використовуються при вимірюванні та перетворенні фізичних величин. Вміти класифікувати контрольно-вимірювальну техніку та визначати її метрологічні характеристики. Безпомилково виконувати всі лабораторні завдання в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

### 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

### 13. Методичне забезпечення

1) Вступ до техніки вимірювань. Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньою програмою «Електронні мікро- і наносистеми та технології» та за спеціальністю 171 «Електроніка», освітньою програмою «Електроніка та телекомунікації» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. І. Д. Шовкун, О. В. Семеновська, Т. А. Саурова. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,17 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 147 с.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Поліщук Є.С. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник – М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львівська політехніка"; 2-е вид., доп. та перероб. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2012. – 544 с.

2. Лавренова Д.Л. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Д. Л. Лавренова, В. М. Хлистов; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/15988>

3. Дорожовець М. та інш. Основи метрології та вимірювальної техніки: в 2-х т.: підручник / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін.; за ред. Б. Стадника ; Національний ун-т "Львівська політехніка". Львів : Львівська політехніка, 2005. Т. 1.: Основи метрології. – 2005. – 532 с.

4. Цюцюра В.Д. Метрологія та основи вимірювань: навч. посіб. / В.Д. Цюцюра, С.В. Цюцюра. Київ: Знання-Прес, 2003. 180 с.: іл. Вища освіта ХХІ століття.

5. Головка Д.Б. Основи метрології та вимірювань. Навч. Посібник / Головка Д.Б., Рего К.Г., Скрипник Ю.О. – К.: Либідь, 2001. – 408 с.

6. Ціделко В.Д. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання: [монографія] / В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук. Київ: Політехніка, 2002.

7. Шпінь О.П. Прикладна метрологія: навчальний посібник / О. П. Шпінь ; НТУУ "КПІ". Київ : НТУУ "КПІ", 2007. – 140 с.

8. Бичківський Р.В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація: підручник для вищих навч. закл. / Р. В. Бичківський, П. Г. Столярчук, П. Р. Гамула; за ред. Р. В. Бичківського ; Національний ун-т "Львівська політехніка". 2-ге вид., випр. і доп. Львів : Видавництво Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 560 с.: табл.

### **Допоміжна**

1. Дзюба В.Н. Електрорадиоизмерения: конспект лекций: учебн.пособ. / В.Н. Дзюба; Киев : НТУУ "КПИ", 2010. – 152 с.
2. Пронкин Н.С. Основы метрологии динамических измерений: учеб. пособ. для вузов / Н.С. Пронкин. Москв : Логос, 2003. – 256 с.
3. Кушнир Ф.В. Електрорадиоизмерения. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 320 с.
4. Авдеев Б.Я. Основы метрологи и электрические измерения. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
5. Сергеев А.Г. Метрология. – М.: Логос, 2001. – 408 с.
6. Кузнецов В.А. Измерения в электронике. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
7. Орнатський П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К. Высш. школа, 1984. – 455 с.
8. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация. – М.: Высш. школа, 2006. – 800 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Освітній портал ТДАТУ імені Дмитра Моторного: <http://op.tsatu.edu.ua/>
2. Наукова бібліотека ХАІ: <http://library.khai.edu/>
3. Национальная библиотека Украины имени Вернадского: <http://www.nbuv.gov.ua/>
4. Библиотека технической литературы: <http://lib.toxy.cv.ua>
5. Електронная библиотека Наука и Техника: <http://www.nit.kiev.ua/>
6. Науково-виробничий журнал Міністерства палива та енергетики «Енергетика та електрифікація»
7. Науково-виробничий журнал «Метрологія та прилади» <https://mmijournal.org/index.php/journal/issue/view/20>
8. Науковий журнал «Вимірювальна техніка та метрологія» <http://science.lpnu.ua/uk/istcm/vsi-vypusky>