

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

В.о. декана ФКІТ  
Якименко І.З.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Перший проректор  
Островерхов В.М.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

# РОБОЧА ПРОГРАМА

дисципліни

**“МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА”**

**Освітній ступінь** – бакалавр

**Галузь знань** - 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

**Спеціальність** – 175 Інформаційно-вимірювальні технології

**Освітньо-професійна програма** – Технології інтернету речей

кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабор. (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	СРС (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	2	3	28	28	3	4	91	59		3
Заочна	2	3	8	4			138			3

Тернопіль  
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів галузі знань 15 «Автоматика та приладобудування» спеціальності 152 «Метрології та інформаційно-вимірювальної техніки», затвердженої на засіданні Вченою радою ЗУНУ протокол № 9 від 15.06.2022 р.

Робочу програму склав доцент кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем, к.т.н., доц. Масляк Богдан Олексійович

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем протокол № 1 від 28.08.2023р.

Завідувач кафедри СКС \_\_\_\_\_ Андрій СЕГІН

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності інформаційно-вимірювальні технології протокол № 1 від 26.08.2022р.

Керівник групи забезпечення спеціальності к.т.н., доцент. \_\_\_\_\_ Богдан МАСЛИЯК

## СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ “Метрологічне забезпечення виробництва”

ПР08. Вміти організувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування.

### 1. Опис дисципліни “Метрологічне забезпечення виробництва”

Дисципліна “Методи та засоби вимірювань”	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 17 “Електроніка, автоматизація та електронні комунікації”	Дисципліна циклу професійної підготовки Блок обов’язкових дисциплін
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 175 «Інформаційно-вимірювальні технології Освітньо-професійна програма – Технології інтернету речей	Рік підготовки: 2. Семестр: 2, 3.
Кількість змістових модулів – 4	Освітній ступінь – бакалавр	Лекції: 28 год. Лабораторні заняття: 28 год.
Загальна кількість годин – 150		Самостійна робота: 91 год., у т.ч. тренінг – 4 год. Індивідуальна робота: 3 год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 4		Вид підсумкового контролю – залік, екзамен

### 2. Мета і завдання дисципліни “Метрологічне забезпечення виробництва”

#### 2.1. Мета вивчення дисципліни.

Метою дисципліни “Метрологічне забезпечення виробництва” полягає в забезпеченні розвитку загальних та спеціальних компетентностей майбутніх бакалаврів в галузі підготовки майбутнього інженера-метролога до практичної організаційно-методичної метрологічної діяльності, включаючи розробку та аналіз стану метрологічного забезпечення з урахуванням правових норм, галузевої та видової специфіки об’єктів метрологічного забезпечення.

#### 2.2. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

К19. Здатність до забезпечення метрологічного супроводу технологічних процесів та сертифікаційних випробувань.

#### 2.3. Результати навчання

ПР05. Вміти використовувати принципи і методи відтворення еталонних величин при побудові еталонних засобів вимірювальної техніки (стандартних зразків, еталонних перетворювачів, еталонних засобів вимірювання).

#### 2.4. Завдання вивчення дисципліни:

Завдання дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) щодо отримання теоретичних знань та практичних навичок з розробки, аналізу та оцінки метрологічного забезпечення в цілому.

#### 2.5. Завдання лекційних занять.

В результаті проведення лекційних занять студент повинен продемонструвати знання:  
– здатність виконувати функції і вирішувати завдання, пов’язані з упровадженням нових засобів вимірювальної техніки; новими методами вимірювань, випробувань і контролю, аналізом причин виникнення браку і розробленням засобів з покращення якості продукції; організацією виробництва згідно з міжнародними стандартами;

– і розуміння завдань метрологічного забезпечення процесу проведення технологічних процесів, проведення регламентних робіт по калібруванню та повірці засобів вимірювання.

## **2.6. Завдання лабораторних занять.**

В результаті виконання лабораторних робіт, студент повинен продемонструвати вміння:

- організації діяльності із забезпечення єдності вимірювань на підприємстві.;
- структурування функції якості метрологічного забезпечення;
- використовувати сучасні засоби калібрування промислових засобів вимірювальної техніки;
- застосовувати методи оперативного контролю метрологічних характеристик промислових ЗВТ.

## **3. Зміст дисципліни “Методи та засоби вимірювань”**

### ***Змістовий модуль 1. Теоретичні основи метрологічного забезпечення виробництва***

1. Загальні відомості в галузі метрологічного забезпечення якості продукції  
Формування поняття метрологічного забезпечення якості продукції. Завдання метрологічного забезпечення якості продукції. Вимоги до системи метрологічного забезпечення якості продукції на етапі виготовлення

2. Законодавчі, нормативні та організаційні основи метрологічного забезпечення якості продукції

Законодавчі вимоги до метрологічного забезпечення якості продукції. Нормативні основи метрологічного забезпечення якості продукції. Організація діяльності із забезпечення єдності вимірювань на підприємстві.

3. Теоретичні основи метрологічного забезпечення виробництва

Аналіз впливу метрологічного забезпечення виробництва на якість продукції. Систематизація вимог до метрологічного забезпечення якості продукції. Структурування функції якості метрологічного забезпечення

4. Метрологічні характеристики засобів вимірювання

Номенклатура метрологічних характеристик. Способи нормування метрологічних характеристик. Комплекси метрологічних характеристик, що нормуються в нормативно-технічній документації на засоби вимірювання конкретних типів.

### ***Змістовий модуль 2. Змістовий модуль 2. Метрологічний контроль засобів електровимірювальної техніки***

5. Повірка засобів вимірювальної техніки

Види та методи повірки. Схеми повірки. Порядок повірки засобів вимірювальної техніки. Атестація вимірювальних лабораторій.

6. Вдосконалення технічної бази метрологічного забезпечення виробництва.

Сучасні засоби калібрування промислових ЗВТ. Синтез схем калібраторів опору, напруги та струму на основі активних імітаторів опору. Методи оперативного контролю метрологічних характеристик промислових ЗВТ

7. Державний метрологічний контроль та нагляд

Об'єкти, сфера, види державного метрологічного нагляду. Організація державного метрологічного контролю та нагляду в Україні. Уповноваження та атестація у державній метрологічній системі, їх функції.

#### 8. Методичні засади метрологічного забезпечення якості

Контроль якості під час виготовлення продукції. Метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.

#### 9. Методики виконання вимірювань

Розроблення методики виконання вимірювань. Основні етапи формування методики виконання вимірювань. Розроблення, узгодження та затвердження технічного завдання. Вибір методу і засобів вимірювання

#### 10. Метрологічна служба підприємств, організації та установ

Завдання метрологічної служби підприємства. Метрологічна служба підприємства, науково-дослідної, проектно-конструкторської і технологічної організації і установи. Права і обов'язки метрологічних служб юридичних осіб

#### 11. Перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості продукції

Проблематика оцінювання ефективності метрологічного забезпечення якості продукції. Підвищення автономності вимірювань у промисловості. Оцінювання стабільності ЗВТ в умовах експлуатації. Оцінювання метрологічних ризиків якості продукції.

### 4. Структура залікового кредиту ДФН

Тематика	Кількість годин				
	Лекції	Лаб.	Самост. робота	Інд. робота	Контр. заходи
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні основи метрологічного забезпечення виробництва</b>					
1. Загальні відомості в галузі метрологічного забезпечення якості продукції Формування поняття метрологічного забезпечення якості продукції. Завдання метрологічного забезпечення якості продукції. Вимоги до системи метрологічного забезпечення якості продукції на етапі виготовлення	2		8		Поточне опитування
2. Законодавчі, нормативні та організаційні основи метрологічного забезпечення якості продукції Законодавчі вимоги до метрологічного забезпечення якості продукції. Нормативні основи метрологічного забезпечення якості продукції. Організація діяльності із забезпечення єдності вимірювань на підприємстві.	3		8		Поточне опитування
3. Теоретичні основи метрологічного забезпечення виробництва Аналіз впливу метрологічного забезпечення виробництва на якість продукції. Систематизація вимог до метрологічного забезпечення якості продукції. Структурування функції якості	2	4	8		Ситуаційне завдання

метрологічного забезпечення					
4. Метрологічні характеристики засобів вимірювання Номенклатура метрологічних характеристик. Способи нормування метрологічних характеристик. Комплекси метрологічних характеристик, що нормуються в нормативно-технічній документації на засоби вимірювання конкретних типів.	3	4	8	1	Ситуаційне завдання
<b>Змістовий модуль 2. Метрологічний контроль засобів електровимірювальної техніки</b>					
5. Повірка засобів вимірювальної техніки Види та методи повірки. Схеми повірки. Порядок повірки засобів вимірювальної техніки. Атестація вимірювальних лабораторій.	3	4	8	1	Ситуаційне завдання
6. Вдосконалення технічної бази метрологічного забезпечення виробництва. Сучасні засоби калібрування промислових ЗВТ. Синтез схем калібраторів опору, напруги та струму на основі активних імітаторів опору. Методи оперативного контролю метрологічних характеристик промислових ЗВТ	3	6	8	1	Ситуаційне завдання
7. Державний метрологічний контроль та нагляд Об'єкти, сфера, види державного метрологічного нагляду. Організація державного метрологічного контролю та нагляду в Україні. Уповноваження та атестація у державній метрологічній системі, їх функції.	2		8		Поточне опитування
8. Методичні засади метрологічного забезпечення якості Контроль якості під час виготовлення продукції. Метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.		4	8		Ситуаційне завдання
9. Методики виконання вимірювань Розроблення методики виконання вимірювань. Основні етапи формування методики виконання вимірювань. Розроблення, узгодження та затвердження технічного завдання. Вибір методу і засобів вимірювання	3	6	11		Ситуаційне завдання
10. Метрологічна служба підприємств, організації та установ Завдання метрологічної служби підприємства. Метрологічна служба підприємства, науково-дослідної, проектно-конструкторської і	2		8		Поточне опитування

технологічної організації і установи. Права і обов'язки метрологічних служб юридичних осіб					
11. Перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості продукції Проблематика оцінювання ефективності метрологічного забезпечення якості продукції. Підвищення автономності вимірювань у промисловості. Оцінювання стабільності ЗВТ в умовах експлуатації. Оцінювання метрологічних ризиків якості продукції.	3		8		Поточне опитування
Разом	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>91</b>	<b>3</b>	

### 5. Структура залікового кредиту ЗФН

Тематика	Кількість годин				
	Лекції	Лаб.	Самост. робота	Інд. робота	Контр. заходи
<b>Змістовий модуль 1. Теоретичні основи метрологічного забезпечення виробництва</b>					
1. Загальні відомості в галузі метрологічного забезпечення якості продукції Формування поняття метрологічного забезпечення якості продукції. Завдання метрологічного забезпечення якості продукції. Вимоги до системи метрологічного забезпечення якості продукції на етапі виготовлення	0,5		12		Поточне опитування
2. Законодавчі, нормативні та організаційні основи метрологічного забезпечення якості продукції Законодавчі вимоги до метрологічного забезпечення якості продукції. Нормативні основи метрологічного забезпечення якості продукції. Організація діяльності із забезпечення єдності вимірювань на підприємстві.	0,5		12		Поточне опитування
3. Теоретичні основи метрологічного забезпечення виробництва Аналіз впливу метрологічного забезпечення виробництва на якість продукції. Систематизація вимог до метрологічного забезпечення якості продукції. Структурування функції якості метрологічного забезпечення	1	1	12		Ситуаційне завдання
4. Метрологічні характеристики засобів вимірювання Номенклатура метрологічних характеристик. Способи нормування метрологічних характеристик. Комплекси метрологічних характеристик, що нормуються в нормативно-технічній документації на засоби вимірювання конкретних типів.	1	1	12	1	Ситуаційне завдання

<b>Змістовий модуль 2. Метрологічний контроль засобів електровимірювальної техніки</b>					
5. Повірка засобів вимірювальної техніки Види та методи повірки. Схеми повірки. Порядок повірки засобів вимірювальної техніки. Атестація вимірювальних лабораторій.	1	1	12	1	Ситуаційне завдання
6. Вдосконалення технічної бази метрологічного забезпечення виробництва. Сучасні засоби калібрування промислових ЗВТ. Синтез схем калібраторів опору, напруги та струму на основі активних імітаторів опору. Методи оперативного контролю метрологічних характеристик промислових ЗВТ	1	2	13	1	Ситуаційне завдання
7. Державний метрологічний контроль та нагляд Об'єкти, сфера, види державного метрологічного нагляду. Організація державного метрологічного контролю та нагляду в Україні. Уповноваження та атестація у державній метрологічній системі, їх функції.	1		13		Поточне опитування
8. Методичні засади метрологічного забезпечення якості Контроль якості під час виготовлення продукції. Метрологічна експертиза конструкторської та технологічної документації.		1	13		Ситуаційне завдання
9. Методики виконання вимірювань Розроблення методики виконання вимірювань. Основні етапи формування методики виконання вимірювань. Розроблення, узгодження та затвердження технічного завдання. Вибір методу і засобів вимірювання	1	2	13		Ситуаційне завдання
10. Метрологічна служба підприємств, організації та установ Завдання метрологічної служби підприємства. Метрологічна служба підприємства, науково-дослідної, проектно-конструкторської і технологічної організації і установи. Права і обов'язки метрологічних служб юридичних осіб	0,5		13		Поточне опитування
11. Перспективи розвитку метрологічного забезпечення якості продукції Проблематика оцінювання ефективності метрологічного забезпечення якості продукції. Підвищення автономності вимірювань у промисловості. Оцінювання стабільності ЗВТ в умовах експлуатації. Оцінювання метрологічних	0,5		13		Поточне опитування



ризиків якості продукції.					
Разом	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>138</b>		

### 5. Тематика лабораторних робіт.

1. Дослідження основних метрологічних характеристик засобів вимірювань
2. Розробка об'ємної матриці структурування функції якості метрологічного забезпечення виробництва.
3. Розробка та дослідження методики повірки приладу
4. Синтез схем калібраторів опору, напруги та струму на основі активних імітаторів опору.
5. Дослідження методик формування міжповірочних інтервалів засобів вимірювань.
6. Оцінювання ефективності метрологічного забезпечення якості продукції.

### 6. Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни “Методи та засоби вимірювань”

Виконання розрахунково-графічної роботи, відповідно до завдання, наведеного нижче.  
Тема: “Розробка пристрою збору і перетворення інформації”.

Початкові дані:

- кількість датчиків (одноканальний, багатоканальний);
- тип перетворення АЦП;
- тип ЦАП;
- діапазон зміни напруги на виході датчика, В;
- похибка аналого-цифрового перетворення сигналу (квантування), %;

Склад вимірювального пристрою:

- датчик величини, що вимірюється, з аналоговим (цифровим) виходом;
- блоки перетворення і комутації вхідного сигналу;
- АЦП;
- Кодоперетворювач (за потреби);
- пристрій керування і синхронізації.

### 7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика	К-сть годин
1	Формування поняття метрологічного забезпечення виробництва та якості продукції.	12
2	Вимоги до системи метрологічного забезпечення якості продукції на етапі виготовлення.	16
3	Нормативні основи метрологічного забезпечення виробництва та якості продукції.	10
4	Організація діяльності із забезпечення єдності вимірювань на підприємстві.	15
5	Аналіз впливу метрологічного забезпечення виробництва на якість продукції.	10
6	Структурування функції якості метрологічного забезпечення виробництва.	12
7	Сучасні засоби калібрування промислових засобів інформаційно-вимірювальної техніки.	12
	Тренінг	4
<b>Разом:</b>		<b>91</b>

Тематика: Методика калібрування цифрового вимірювального пристрою (за завданням викладача).

Порядок проведення:

1. Вступна частина: ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання.
2. Практична частина: виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту.
3. Підведення підсумків: обговорення результатів виконаних завдань.

### 8. Методи навчання

У навчальному процесі використовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, групова робота, реферування, а також методи опитування, тестування, ділові ігри тощо.

### 9. Методи оцінювання

У процесі вивчення дисципліни “Методи та засоби вимірювань” використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПЗ;
- ректорська контрольна робота;
- інше.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Методи та засоби вимірювань” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту\*:

Семестр: 3 - залік

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)
20 %	20 %
тиждень 8	тиждень 15
1. Усне опитування на заняттях – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 40 балів. 3. Захист лабораторних робіт – мах 40 балів.	1. Усне опитування на заняттях – мах 20 балів. 2. Письмова робота – мах 40 балів. 3. Захист лабораторних робіт – мах 40 балів.

Семестр: 4 - іспит

Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПЗ)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)
20 %	40 %
тиждень 8	за окремим розкладом
1. Ректорська КР – мах 30 балів. 2. Захист КПЗ – мах 30 балів. 3. Участь у тренінгах – мах 20 балів Захист лабораторних робіт – 20 балів	1. Теоретичні питання: 3 питання по 20 балів - мах 60 балів. 2. Практичне завдання - мах 40 балів.

### 10. Шкала оцінювання:

За шкалою ТНЕУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	відмінно	A (відмінно)
85–89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)

65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

### 11. Перелік наочних матеріалів та методичних вказівок

№	Найменування	Номер теми
1	Мультимедійний проектор та проєкційний екран	1 -13
2	Персональні комп'ютери	1 -13
3	Комунікаційне програмне забезпечення (Zoom) для проведення занять у режимі он-лайн (за необхідності)	1 -13
4	Комунікаційна навчальна платформа (Moodle) для організації дистанційного навчання (за необхідності)	1 -13
5	Наявність доступу до мережі Інтернет	1 -13
6	Електронний варіант конспекту лекцій	1 -13
7	Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт (електронний варіант)	1 - 13

### РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення ▪
2. ДСТУ OIML D 2:2007 Метрологія. Узаконені одиниці фізичних величин ▪
3. ДСТУ OIML D 8:2008 Метрологія. Еталони. Вибір, визнання, застосування, зберігання та документація. ▪
4. ДСТУ OIML D 5:2007 Метрологія. Повірочні схеми для засобів вимірювальної техніки. Правила розроблення. ▪
5. ДСТУ 3741:2015 Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювання довжини ▪
6. ДСТУ OIML D 9:2008 Метрологія. Принципи метрологічного нагляду. ▪
7. ДСТУ OIML D 16:2008 Метрологія. Принципи забезпечення метрологічного контролю ▪
8. ДСТУ OIML D 27:2008 Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки первинна за наявності у виробника системи управління якістю. ▪
9. ДСТУ-Н ПМГ 44:2013 Метрологія. Порядок визнання методик виконання вимірювання. ▪ ДСТУ OIML D 20:2008 Метрологія. Первинна та періодична повірка засобів вимірювальної техніки і контроль процесів вимірювання. ▪
10. ДСТУ-Н РМГ 51:2006 Метрологія. Документи до методик повірки засобів вимірювання. Основні положення. ▪
11. ДСТУ OIML R 34:2014 Метрологія. Класи точності засобів вимірювальної техніки.
12. М.Дорожовець, В.Мотало, Б.Стадник та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2-х т. Т.1. Основи метрології. — Львів.: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2005. — 532 с.
13. Richard S. Figliola, Donald E. Beasley. Theory and Design for Mechanical Measurements. - John Wiley & Sons, 2020 p. - 592 стор.
14. М.Дорожовець, В.Мотало, Б.Стадник та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник у 2-х т. Т.2. Вимірювальна техніка. — Львів.: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2005. — 632 с.

15. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Стадник Б.І. та ін. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин: Підручник. /За ред. Є.С.Поліщука. — Львів.: Видавництво «Бескид Біт», 2008. — 618 с.
16. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. АЦП\ЦАП. — Москва: Техносфера, 2006 — 392 с.
17. Орнатский П.П. Автоматические цифровые измерительные приборы. — К.: Вища школа, 1985. — 560 с.
18. R. Bartiromo, M. Vincenzi. Electrical Measurements in the Laboratory Practice. – Springer. - 2016. – 301p.

