

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**

(повне найменування закладу вищої освіти)

**Навчально-науковий інститут фізико-технічних та**

**комп'ютерних наук**

(назва інституту/факультету)

**Кафедра електроніки і енергетики**

(назва кафедри)

## **СИЛАБУС**

### **навчальної дисципліни**

**Основи метрології та електричних вимірювань**

(вказати назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

**обов'язкова**

(вказати: обов'язкова)

**Освітньо-професійна програма Мікро- та наносистемна техніка**

(назва програми)

**Спеціальність 153 - Мікро- та наносистемна техніка**

(вказати: код, назва)

**Галузь знань 15 — Автоматизація та приладобудування**

(вказати: шифр, назва)

**Рівень вищої освіти перший бакалаврський**

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

**Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук**

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

**Мова навчання українська**

(вказати: на яких мовах читається дисципліна)

Розробник: Глащук Марія Іванівна, асистент кафедри електроніки і енергетики, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

### **Профайл викладача**

<http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/%D1%96%D0%BB%D0%B0%D1%89%D1%83%D0%BA-%D0%BC%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%8F-%D1%96%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B0-3>

**Контактний тел.** 0506021636

**E-mail:** [m.ilashchuk@chnu.edu.ua](mailto:m.ilashchuk@chnu.edu.ua)

**Сторінка курсу в Moodle** <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2289>

**Консультації** понеділок з 16.00 до 17.00

### 1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Основними завданнями вивчення дисципліни “ Основи метрології та електричних вимірювань ” є:

- формування у студентів теоретичних уявлень про основні поняття метрології і стандартизації; основні положення законодавства про метрологію і метрологічну діяльність;
- ознайомлення з будовою та принципом роботи електромеханічних, електронних аналогових та цифрових засобів вимірювань;
- ознайомлення з основними методами вимірювання електричних, магнітних та неелектричних (температури, тиску, витрат рідин та газів) величин;
- оволодіння методикою статистичної обробки результатів спостережень при вимірюванні;
- формування практичних навиків застосування засобів вимірювальної техніки у промисловості.

**2. Мета навчальної дисципліни:** теоретична і практична підготовка студентів з цього курсу а також розвиток у них навиків самостійної роботи при вирішенні задач пов'язаних з метрологією і метрологічною діяльністю, вивчення систем одиниць фізичних величин, набуття знань про методи і засоби вимірювання фізичних величин (параметрів), які характеризують режими роботи електричних систем і їх окремих елементів; вивчення основ теорії вимірювань, математичних дій над результатами вимірювань; основ стандартизації, кваліметрії та управління якістю.

### 4. Результати навчання:

- дати студентам знання в області теорії, принципів дії, конструкційного виконання, технічних характеристик пристроїв для вимірювання електричних та неелектричних (температури, тиску, витрат рідин та газів) величин;
- сформувані практичні навички застосування цих приладів в промисловості.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** міри, основи теорії розмірності, системи одиниць фізичних величин, будову і принцип дії засобів вимірювань, методикою їх використання, основи теорії вимірювань та математичні дії над результатами вимірювань, основи стандартизації, кваліметрії та управління якістю;

**вміти:** використовувати розмірності і системи одиниць величин, засоби вимірювань, проводити вимірювання та математичні дії над результатом вимірювань, проводити контроль та вимірювання якості різними методами.

ПР 1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації.

ПР 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

ПР 6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікрота наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

### 5. Опис навчальної дисципліни

### 5.1. Загальна інформація

Основи метрології та електричних вимірювань												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна, дистанційна	1-й	1-й	5,5	165	3	30	-	-	15	120	-	Екзамен

### 5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>Змістовий модуль 1. Техніка фізичного експерименту. Електронні прилади і цифрові вольтметри</b>						
Тема 1. Одиниці вимірювань. Основні одиниці Міжнародної системи одиниць (SI). Десяткові кратні та часткові від одиниць SI. Англо-американські одиниці вимірювань. Найважливіші старі руські одиниці.	9	1	-	-	-	8
Тема 2. Державні еталони і засоби вимірювальної техніки. Державні еталони. Еталон одиниці фізичної величини. Контроль за додержанням правил і умов зберігання та застосування еталонів.	10	2	-	-	-	8
Тема 3. Міри. Вимірювальні котушки опору, індуктивності, взаємної індуктивності. Нормальні елементи. Стабілізовані джерела напруги	9	1	-	-	-	8
Тема 4. Масштабні вимірювальні перетворювачі. Шунти; дільники напруги; вимірювальні підсилювачі та вимірювальні трансформатори	9	2	-	-	-	7
Тема 5. Електромеханічні перетворювачі. Умовні позначення, які наносяться на вимірювальні прилади та допоміжні частини. Магнітоелектрична, електромагнітна, електродинамічна та феродинамічна системи.	11	2	-	2	-	7
Тема 6. Електромеханічні вимірювальні прилади. Індукційна, термоелектрична, електростатична, електронна, вібраційна, теплова та випрямляюча системи.	9	2	-	3	-	4
Тема 7. Електронні радіовимірювальні прилади. Позначення підгруп електронних радіовимірювальних приладів. Електронні аналогові вольтметри: вольтметри постійного	6	2	-	-	-	4

та змінного струму; універсальні вольтметри.						
Тема 8. Цифрові вольтметри. Неперервна величина, дискретизація, крок дискретизації, квантування, цифрове кодування, цифрові вимірювальні прилади.	8	2	-	2	-	4
Разом за змістовим модулем 1	71	14	-	7	-	50
<b>Змістовий модуль 2. Основи електричних вимірювань. Метрологія, стандартизація та управління якістю</b>						
Тема 1. Загальні відомості про вимірювання. Вимоги до методик виконання вимірювань. Вибір методу та засобів вимірювань.	9	2	-	-	-	7
Тема 2. Методи вимірювань. Метод безпосередньої оцінки. Метод вольтметра-амперметра. Резонансний та диференціальний методи. Метод моста. Компенсаційний метод.	11	2	-	3	-	6
Тема 3. Теплотехнічні вимірювання і прилади. Прилади для вимірювання температури: скляні рідинні термометри; манометричні термометри; термоелектричні термометри; термометри опору; пірометри.	12	2	-	2	-	8
Тема 4. Методика статистичної обробки результатів і спостережень при вимірюванні. Розподіл імовірності відліку у цифрового та аналогового вимірювальних приладів. Гістограма, полігон та густина розподілу імовірності відліку у вимірювального приладу. Методика статистичної обробки результатів спостережень.	8	2	-	-	-	6
Тема 5. Основні терміни та їх визначення. Метрологія – наука про вимірювання. Засіб вимірювальної техніки. Еталон. Державна метрологічна система. Повірка засобів вимірювальної техніки.	8	1	-	-	-	7
Тема 6. Метрологія та державний характер метрологічної діяльності в Україні. Законодавство про метрологію та метрологічну діяльність. Метрологічна служба України. Державний метрологічний контроль і нагляд. Метрологічний контроль і нагляд.	9	1	-	-	-	8
Тема 7. Основні функції, принципи і методи стандартизації. Організаційна; раціоналізаторська; правова; економічна; управлінська; соціальна та виховна функції стандартизації.	12	2	-	-	-	10
Тема 8. Показники якості. Кваліметрія і вимірювання якості різними методами. Одиничний, комплексний та інтегральний показник якості продукції. Показники призначення, надійності, довговічності, технологічності. Ергономічні показники.	11	2	-	-	-	9

Тема 9. Організація технічного контролю на підприємствах та управління якістю. Можлива структурно-функціональна будова відділу технічного контролю підприємств. Управління якістю.	14	2	-	3	-	9
Разом за змістовим модулем 2	94	16	-	8	-	70
<b>Усього годин</b>	165	30	-	15	-	120

### 5.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми
1	Прилади магнітоелектричної, електродинамічної та електромагнітної систем
2	Прилади індукційної, електростатичної, термоелектричної та випрямляючої систем
3	Повірка моста постійного струму МО-62 та пряме вимірювання опору резистора
4	Повірка вольтметра універсального В7-16 та пряме вимірювання опору резистора
5	Будова та принцип дії цифрових вимірювальних приладів
6	Електронний осцилограф.
7	Методи вимірювання індуктивності, ємності й активного опору
8	Вимірювання температури в трубчатій печі за допомогою термопари
9	Вимірювання температури кипіння води за допомогою ртутного термометра
10	Вимірювання температури кипіння води за допомогою термометра опору із зрівноваженим мостом
11	Проведення приймального суцільного контролю якості продукції

### 5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1	Англо-американські одиниці вимірювань
2	Засоби вимірювальної техніки, на які поширюється і не поширюється державний метрологічний нагляд
3	Нормальні елементи
4	Вимірювальні трансформатори змінного струму і напруги
5	Електромагнітна система
6	Електронна система
7	Електронні аналогові вольтметри
8	Особливості будови цифрових вольтметрів та методи перетворення неперервної величини в дискретну
9	Вибір засобів вимірювань і допоміжних пристроїв
10	Диференційний метод (метод вимірювання малих індуктивностей і ємностей)
11	Прилади для вимірювання тиску і витрат рідин та газу, тепломіри, рівнеміри
12	Кумулятивна крива, функція розподілу імовірності відліку в аналогового вимірювального приладу
13	Державний метрологічний контроль і нагляд

14	Гістограма, полігон і густина розподілу імовірності відліку в аналогового вимірювального приладу
15	Основні функції, принципи і методи стандартизації: соціальна, пропаганда, виховна, обов'язковість, перспективність, динамічність, комплексність, уніфікація, агрегатування.
16	Показники стандартизації та уніфікації.
17	Основні види контролю радіоелектронної апаратури.
	Разом

## 6. Система контролю та оцінювання

### Види та форми контролю

Формами поточного контролю є усна чи письмова (тестування, есе, реферат, творча робота, лабораторна робота) відповідь студента та ін.

Формами підсумкового контролю є екзамен.

### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання можуть бути:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- проекти (наскрізні проекти; індивідуальні та командні проекти; дослідницько-творчі)
- аналітичні звіти;
- реферати;
- розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- контрольні роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

### Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів на іспиті з дисципліни

#### «Основи метрології та електричних вимірювань»

Знання студентів на іспиті оцінюється з теоретичної підготовки.

Результати іспиту оцінюються відповідно до прийнятої уніфікованої університетської шкали: 40 балів від загальної 100-бальної, при цьому:

**0–13 балів.** Студент виявляє слабке уявлення про принцип дії, конструкційне виконання, технічні характеристики пристроїв для вимірювання електричних та неелектричних (температури, тиску, витрат рідини та газів) величин..

**14-19 балів.** Студент має фрагментарні уявлення з предмету вивчення і може відтворити окремі його частини. Знає основні теорії розмірності, системи одиниць фізичних величин, елементи будови та принцип дії засобів вимірювань, методику їх використання, основи теорії вимірювань.

**20-27 балів.** Студент знає окремі факти, будову і принцип дії засобів вимірювань, методику їх використання, основи теорії вимірювань, знає та розуміє основні закономірності предмету вивчення.

**28-29 балів.** Студент за допомогою викладача відтворює окремі частини начального теоретичного матеріалу, дає визначення основних понять і знає будову і принцип дії засобів вимірювань, методику їх використання, основи теорії вимірювань, що розглядалися в курсі.

**30-32 бала.** Студент самостійно відтворює значну частину навчального матеріалу, знає будову принцип дії засобів вимірювань і розуміє фізичні явища, що лежать в

основі їх роботи, методику їх використання, основи теорії вимірювань, що розглядалися в курсі, але допускає неточності.

**33-35 балів.** Студент самостійно відтворює фактичний і теоретичний навчальний матеріал, самостійно оцінює суть явищ та процесів на основі яких побудовані прилади, знає будову принцип дії засобів вимірювань, узагальнює їх і надає кількісну характеристику з використання математичного апарату, але допускає неточності.

**36-40 балів.** Студент вільно володіє засвоєними знаннями і використовує їх у нестандартних ситуаціях, самостійно пояснює суть явищ та процесів на основі яких побудовані прилади, знає будову принцип дії засобів вимірювань, встановлює зв'язки між цими явищами, має системні знання з предмета, аргументовано використовує їх, у тому числі в проблемних ситуаціях; самостійно знаходить і використовує інформацію згідно з поставленим завданням; аналізує додаткову інформацію.

У відомість обліку успішності та залікову книжку (індивідуальний навчальний план) студента заноситься сумарна кількість балів поточного (0-60 балів) та підсумкового контролю (іспит; 0-40 балів) згідно такої таблиці:

*Шкала переведення балів, отриманих студентом за результатами поточного та підсумкового контролів*

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
<b>Відмінно</b>	A (90-100)	відмінно
<b>Добре</b>	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
<b>Задовільно</b>	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
<b>Незадовільно</b>	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

#### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (екзамен)	Сума	
Змістовий модуль 1								<b>40</b>	<b>100</b>	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			
2	3	5	4	3	3	5	5			
Змістовий модуль 2								<b>40</b>	<b>100</b>	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8			T9
4	3	4	4	2	3	4	3			3

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

## 7. Рекомендована література

### Базова

1. Метрологія та вимірювальна техніка (за ред. проф. Е. Поліщука). – Львів: Вид-во «Бескид Біт», 2003. – 544 с.

2. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством (под ред., акад. Н.С. Соломенко). – М.: Изд-во стандартов, 1990, – 342 с.
3. Метрологія і стандартизація: навчальний посібник (Укл. Мар'янчук П.Д.), Чернівці: “Рута”, 2005. – 84 с.
4. Метрологія та керування якістю. Основні терміни й поняття (Методичні рекомендації) (Укл. Мар'янчук П.Д.) Чернівці „Рута”, 1996 – 36 с.
5. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 232 с.
6. Мар'янчук П.Д. Теплотехнічні вимірювання і прилади (навчальний посібник), Чернівці: „Рута”, 2004 – 71с.
7. Основы метрологии и электрические измерения (под ред. Е.М. Душина). – Ленинград: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
8. Электрические измерения (под ред. А.В. Фремке). – Ленинград: Энергия, 1973. – 424 с.
9. Атомальян Э.Г. Приборы и методы измерения электрических величин. – Москва: Высшая школа, 1989. – 384 с.

#### Допоміжна

1. Закон України „Про внесення змін до Закону України „Про метрологію та метрологічну діяльність”. – Відомості ВВР, 2004, № 37, С. 449 (Модуль 1).
2. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. – Л.: СЗПИ, 1983 (Модуль 1).
3. Шишкин И.Ф. Прикладная метрология. – Л.: СЗПИ, 1985 (Модуль 1).
4. Аристов О.В., Шебанов В.И. Основы стандартизации и контроль качества в радиоэлектронике. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 212 с (Модуль 2,3).
5. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – Кн. 1. – С. 1 – 428 (Модуль 1).
6. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 335 с (Модуль 1).
7. Измерения качества продукции (под ред. А.В. Гличева). – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 256 с (Модуль 3).
8. Пролейко В.М., Чекмарев А.А. Качество, надежность и долговечность электронных приборов. – М.: Энергия, 1972. – 224 с (Модуль 3).
9. Семенов Ю.Г. Контроль качества. – М.: Высшая школа, 1990.– 320 с (Модуль 3).
10. Юдин М.Ф., Селиванов М.Н., Тищенко О.Ф., Скороходов А.И. Основные термины в области метрологии. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 113 с (Модуль 1).
11. Чистяков С.Ф., Радун Д.В. Теплотехнические измерения и приборы. – 1972.
12. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы.– М.: Энергия, 1978. – 702 с.
13. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения. – 1979.
14. Лабораторный практикум по теплотехническим измерениям и приборам. – 1970.
15. Дворянин Б.В., Кузнецов Л.И. Радиотехнические измерения. –Москва: Советское радио, 1978. – 360 с.
16. Елизаров А.С. Электрорадиоизмерения. – Минск: Вышэйшая школа, 1986. – 320 с.
17. Соркин И.М. Основы радиоизмерительной техники. – Москва: Энергия, 1976. – 312 с.
18. Кираковский Н.Ф., Недужий И.А. Лабораторный практикум по курсу общей теплотехники. – Киев: Изд-во Киевского университета, 1966. – 200 с.



19. Шкурин Г.П. Справочник по электроизмерительным и радиоизмерительным приборам. – Москва: Военное изд-во Министерства обороны Союза ССР. – 1960. – 660 с.

## **7. Інформаційні ресурси**

1. Дистанційне навчання
2. Література по курсу
3. Статті по тематиці предмету представлені у різних міжнародних наукометричних базах даних: Scopus, Web of Science, Google Scholar.