

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра _____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: _____ Метрологічне забезпечення якості продукції _____
(назва освітньої програми)

Спеціальність: _____ 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка _____
(найменування спеціальності)

Галузь знань: _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: _____ Перший (бакалаврський) _____
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
_____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 28.08.2020 р.

м. Запоріжжя 2020

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	<u>ППН 03</u> Методи та засоби вимірювань Навчальна дисципліна нормативного компонента циклу загальної підготовки
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Курбацький В.П., доцент, к. фіз.-мат. н.
Контактна інформація викладача	7646733, телефон викладача 0969273826, e-mail: kurbat@zntu.edu.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 255 годин кредитів – 8,5 кредитів ЕКТС розподіл годин: 60 годин лекційних, 28 годин практичних занять, 14 годин лабораторних робіт, 153 години самостійної роботи, вид контролю – залік, іспит.
Консультації	Згідно з графіком консультацій https://zp.edu.ua/kafedra-mikro-ta-nanoelektroniki
2.Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
<p>Пререквізити ЗПН 06 Основи метрології та інформаційно-вимірювальної техніки, ЗПН 07 Статистичні методи у метрології та ІВТ</p> <p>Постреквізити ППН 06 Пристрої інформаційно-вимірювальної техніки, ППН 10 Основи контролю і технічної діагностики, ППВ 06 Надійність інформаційно-вимірювальної техніки, ППВ 07 Комп'ютерні системи вимірювань</p>	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Методи та засоби вимірювань – дисципліна, в якій вивчаються фізичні та математичні методи, що використовуються для одержання вимірювальної інформації с заданими точністю та достовірністю, принципи функціонування та застосування засобів вимірювальної техніки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент отримає</p> <p>загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - - здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях; - - здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; - - навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; - - здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; <p>фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки/невизначеності у відповідності з моделями вимірювання; - здатність проектувати засоби інформаційно-вимірювальної техніки та описувати принцип їх роботи; - здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки; - здатність здійснювати технічні заходи із забезпечення метрологічної простежуваності, правильності, повторюваності та відтворюваності результатів вимірювань і випробувань за міжнародними стандартами; <p>очікувані програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вміти знаходити обґрунтовані рішення при складанні структурної, функціональної та принципової схем засобів інформаційно-вимірювальної техніки; - знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту; - вміти організовувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування; - вміти встановлювати раціональну номенклатуру метрологічних характеристик засобів 	

вимірювання для отримання результатів вимірювання з заданою точністю;

- знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів;
- вміти організувати процедуру вимірювання, калібрування, випробувань при роботі в групі або окремо.

4. Мета навчальної дисципліни

Надання базових знань з теорії вимірювань, засобів вимірювальної техніки та їх метрологічного забезпечення, підготовка майбутніх фахівців до практичного використання набутих знань і вдосконалення в цій області.

5. Завдання вивчення дисципліни

Ознайомлення студентів з фізичними основами і методами вимірювань, сучасною вимірювальною технікою, формування навичок з планування та проведення вимірювань.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи

Тема 1. Фізичні величини та вимірювання. Метрологія та її завдання. Фізичні величини. Вимірювальний сигнал та перетворення вимірювальної інформації. Результат і похибка вимірювання. Методи вимірювань. Одиниці фізичних величин. Основні та похідні величини. Розмірність величин.

Тема 2. Засоби вимірювальної техніки. Засоби вимірювань та вимірювальні пристрої. Вимірювальне коло. Чутливий елемент. Методи перетворення інформативного параметру вхідного сигналу в інформативний параметр вихідного сигналу: прямий, зрівноважувальний, комбінований. Статичні характеристики засобів вимірювальної техніки (ЗВТ): градувальна характеристика, функція перетворення, коефіцієнт перетворення, чутливість, поріг чутливості та їх похибки (у статичному режимі). Динамічні характеристики ЗВТ. Диференціальне рівняння динамічної системи. Імпульсна та перехідна функції лінійної динамічної системи. Метрологічне забезпечення розроблення, виробництва, випробувань та експлуатації продукції, наукових досліджень, а також інших видів діяльності. Нормування метрологічних характеристик. Еталони одиниць фізичних величин. Державний метрологічний нагляд.

Тема 3. Оцінювання похибок вимірювань. Характеристики якості вимірювань. Складові похибок вимірювань. Абсолютна та відносна похибки. Інструментальні похибки, основна і додаткова. Зведена похибка вимірювального приладу. Клас точності. Систематичні та випадкові похибки. Основні характеристики випадкової похибки. Функція розподілу. Довірчі границі. Динамічні похибки. Прямі і опосередковані вимірювання.

Змістовий модуль 2. Засоби електровимірювальної техніки

Тема 4. Електричні вимірювальні пристрої. Вимірювальні трансформатори. Трансформатори струму і напруги. Трансформаторні перетворювачі постійного струму. Індуктивні подільники напруги та струму. Вимірювальні підсилювачі. Структурна та еквівалентна схеми електронного підсилювача. Інвертуючий та неінвертуючий підсилювачі напруги. Диференціальний вимірювальний підсилювач. Вимірювальний підсилювач з перетворенням вхідного струму в напругу. Підсилювач струму. Функціональні перетворювачі. Перетворювачі з реалізацією функціональної характеристики на фізичних ефектах. Перетворювачі з відтворенням функціональної залежності за допомогою алгоритмічних математичних методів. Компаратори електричних величин. Компаратори напруг, струмів і опорів.

Тема 5. Цифрові засоби вимірювальної техніки. Структурна схема цифрового вимірювального приладу. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП), цифрові вимірювальні прилади (ЦВП), цифрові вимірювальні системи (ЦВС). Принципи аналого-цифрового перетворення. Метрологічні характеристики АЦП. Класифікація аналого-цифрових перетворень. Цифро-аналогові перетворювачі. ЦАП з підсумовуванням розрядних струмів. ЦАП з резистивною матрицею.

Тема 6. Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори. Вимірювальні мости постійного струму. Мости змінного струму. Компенсатори напруги постійного та змінного струму.

Змістовий модуль 3. Вимірювання електричних величин

Тема 7. Вимірювання струму, напруги та заряду. Вимірювання постійних струму та напруги. Вимірювання змінних струму та напруги. Вимірювання електричних зарядів.

Тема 8. Вимірювання потужності постійного, однофазного та трифазного змінного струму.

Вимірювання потужності постійного та однофазного змінного струму. Вимірювання активної та резистивної потужності в мережах трифазного змінного струму.

Тема 9. Вимірювання електричного опору. Прямі та опосередковані вимірювання опору. Мостовий метод вимірювань опору. Вимірювання опору цифровими приладами.

Тема 10. Вимірювання параметрів магнітного поля. Фізичні основи магнітометрії. Індукційний метод вимірювань параметрів магнітного поля. Квантові магніторезонансні методи вимірювань параметрів магнітного поля.

Змістовий модуль 4. Вимірювання неелектричних величин

Тема 11. Особливості електричних вимірювань неелектричних величин. Особливості електричних вимірювань неелектричних величин. Класифікація вимірювальних перетворювачів (ВП). Спряження первинних перетворювачів з електричними засобами вимірювань. Лінеаризація функції перетворення. Корекція динамічних характеристик.

Тема 12. Первинні перетворювачі неелектричних величин. Механічні пружні перетворювачі. Резистивні перетворювачі механічних величин. П'єзоелектричні перетворювачі. Ємнісні перетворювачі. Електромагнітні перетворювачі.

Тема 13. Вимірювання механічних зусиль та температури. Вимірювання механічних напружень, сил та тиску. Засоби вимірювання температури.

7.План вивчення навчальної дисципліни			
№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Фізичні величини та вимірювання	лекція	2
		практичне	2
2	Фізичні величини та вимірювання	лекція	2
3	Засоби вимірювальної техніки	лекція	2
		практичне	2
4	Засоби вимірювальної техніки	лекція	2
5	Засоби вимірювальної техніки	лекція	2
		практичне	2
6	Оцінювання похибок вимірювань	лекція	2
7	Оцінювання похибок вимірювань	лекція	2
		практичне	2
8	Електричні вимірювальні пристрої	лекція	2
9	Електричні вимірювальні пристрої	лекція	2
		практичне	2
10	Електричні вимірювальні пристрої	лекція	2
11	Цифрові засоби вимірювальної техніки	лекція	2
		практичне	1
12	Цифрові засоби вимірювальної техніки	лекція	2
13	Цифрові засоби вимірювальної техніки	лекція	2
		практичне	1
14	Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори	лекція	2
15	Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори	лекція	2
		практичне	2
16	Вимірювання струму, напруги та заряду	лекція	2
		лабораторна робота	2
17	Вимірювання струму, напруги та заряду	лекція	2
		практичне	2
18	Вимірювання потужності постійного, однофазного та трифазного змінного струму	лекція	2
		лабораторна робота	2
19	Вимірювання потужності постійного, однофазного та трифазного змінного струму	лекція	2
		практичне	2
20	Вимірювання електричного опору	лекція	2
		лабораторна робота	2
21	Вимірювання електричного опору	лекція	2

		практичне	2
22	Вимірювання параметрів магнітного поля	лекція лабораторна робота	2 2
23	Вимірювання параметрів магнітного поля	лекція практичне	2 2
24	Особливості електричних вимірювань неелектричних величин Вимірювання параметрів магнітного поля	лекція лабораторна робота	2 2
25	Особливості електричних вимірювань неелектричних величин	лекція практичне	2 2
26	Первинні перетворювачі неелектричних величин	лекція лабораторна робота	2 2
27	Первинні перетворювачі неелектричних величин	лекція практичне	2 2
28	Первинні перетворювачі неелектричних величин	лекція лабораторна робота	2 2
29	Вимірювання механічних зусиль та температури	лекція практичне	2 2
30	Вимірювання механічних зусиль та температури	лекція	2

8.Самостійна робота				
№ тижня	Назва теми	Види СР	Кільк. годин	Контрольні заходи
1	Фізичні величини та вимірювання	Підготовка до практичного заняття	5	Опитування на практичному занятті
2	Фізичні величини та вимірювання	Робота з літературою Розв'язання задач	5	Опитування на практичному занятті
3	Засоби вимірювальної техніки	Підготовка до практичного заняття	3	Опитування на практичному занятті
4	Засоби вимірювальної техніки	Робота з літературою Розв'язання задач	4	Опитування на практичному занятті
5	Засоби вимірювальної техніки	Підготовка до практичного заняття	3	Опитування на практичному занятті
6	Оцінювання похибок вимірювань	Робота з літературою Розв'язання задач	5	Опитування на практичному занятті
7	Оцінювання похибок вимірювань	Підготовка до практичного заняття	5	Опитування на практичному занятті
8	Електричні вимірювальні пристрої	Робота з літературою Розв'язання задач	4	Опитування на практичному занятті
9	Електричні вимірювальні пристрої	Підготовка до практичного заняття	4	Опитування на практичному занятті
10	Електричні вимірювальні пристрої	Робота з літературою Розв'язання задач	4	Опитування на практичному занятті
11	Цифрові засоби вимірювальної техніки	Підготовка до практичного заняття	4	Опитування на практичному занятті
12	Цифрові засоби вимірювальної техніки	Робота з літературою Розв'язання задач	4	Опитування на практичному занятті
13	Цифрові засоби вимірювальної техніки	Підготовка до практичного заняття	4	Опитування на практичному занятті
14	Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори	Робота з літературою Розв'язання задач	4	Опитування на практичному занятті
15	Вимірювальні мости та вимірювальні компенсатори	Підготовка до практичного заняття	3	Опитування на практичному занятті
16	Вимірювання струму, напруги та заряду	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	5	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
17	Вимірювання струму, напруги та заряду	Робота з літературою Розв'язання задач	5	Опитування на практичному занятті
18	Вимірювання потужності постійного, однофазного та трифазного змінного струму	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	5	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
19	Вимірювання потужності	Робота з літературою	5	Опитування на

	постійного, однофазного та трифазного змінного струму	Розв'язання задач		практичному занятті
20	Вимірювання електричного опору	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	5	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
21	Вимірювання електричного опору	Робота з літературою Розв'язання задач	5	Опитування на практичному занятті
22	Вимірювання параметрів магнітного поля	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	7	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
23	Вимірювання параметрів магнітного поля	Робота з літературою Розв'язання задач	7	Опитування на практичному занятті
24	Особливості електричних вимірювань неелектричних величин	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	7	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
25	Особливості електричних вимірювань неелектричних величин	Робота з літературою Розв'язання задач	7	Опитування на практичному занятті
26	Первинні перетворювачі неелектричних величин	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	6	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
27	Первинні перетворювачі неелектричних величин	Робота з літературою Розв'язання задач	6	Опитування на практичному занятті
28	Первинні перетворювачі неелектричних величин	Обробка результатів лабораторної роботи. Складання звіту.	6	Опитування на лабораторній роботі. Перевірка звіту.
29	Вимірювання механічних зусиль та температури	Робота з літературою Розв'язання задач	8	Опитування на практичному занятті
30	Вимірювання механічних зусиль та температури	Робота з літературою.	8	Опитування.

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (кожний тиждень та за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle: <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3454>;
- відеоконференція на платформі Zoom (особиста або колективна за попередньою домовленістю).

9. Система та критерії оцінювання

Система оцінювання курсу.

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістовних модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі. Студент має право додатково скласти залік (іспит) за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня вцілому двох змістовних модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна вцілому оцінюється за 100-бальною шкалою.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансфертної системи (ЄКТС –A, B, C, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано

82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Оцінки «зараховано» (≥ 60 балів) заслуговує студент, який виявив повне (певне) знання навчального матеріалу, успішно (частково) виконав передбачені програмою завдання, засвоїв рекомендовану основну літературу. Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінка «незараховано» (< 60 балів) виставляється студентіві, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому і другому змістовних модулів враховуються наступні види робіт та відповідні критерії: активність роботи на практичних заняттях (до 10 балів); активність і успішність у самостійному розв'язанні задач (до 20 балів); аудиторна контрольна робота (до 70 балів). По третьому і четвертому змістовних модулів враховуються наступні види робіт та відповідні критерії: активність роботи на практичних заняттях (до 10 балів); активність і успішність у самостійному розв'язанні задач (до 20 балів); виконання лабораторних робіт і зарахування звітів (до 20 балів); аудиторна контрольна робота (до 50 балів).

Підсумковий контроль визначається як середня контролів за два змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає залік (іспит), то його оцінювання враховує наступні критерії: коректність і повнота відповіді на теоретичне питання (до 70 балів); коректність і повнота розв'язку запропонованої задачі (до 30 балів).

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістовних модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії: правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті контрольної роботи студента оцінюється до 75 балів; коректність і повнота відповіді на додаткове запитання – до 25 балів.

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності:

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб. Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання

знань студентів

Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента): Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=3454>) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання (сервіс moodle).

Політика щодо дедлайнів.

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів:

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.

Права і обов'язки студентів відображено у п.7.5 Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» (https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п. 3.