

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра

мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ДИЕЛЕКТРИЧНА СПЕКТРОСКОПІЯ
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма:

Якість, стандартизація та сертифікація
(назва освітньої програми)

Спеціальність:

152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань:

15 Автоматизація та приладобудування
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти:

бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

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

Протокол №1 від 17.08.2021 р.

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	<u>Діелектрична спектроскопія</u> Навчальна дисципліна вибіркової компоненти
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Сніжної Г.В., доцент, к. фіз.-мат. н., д. техн. н., завідувач кафедри мікро- і наноелектроніки
Контактна інформація викладача	Робочий телефон: +380617698367, телефон викладача 0504860966, e-mail: snow@zp.edu.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 90 годин кредитів – 3 кредити ЄКТС розподіл годин: 14 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 2 години - індивідуальне науково-дослідне завдання, 60 годин самостійна робота, вид контролю – залік.
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2.Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни: ОК03 – «Фізика», ОК05 – «Українська мова за професійним спрямуванням», ОК09 – «Фізична хімія», ОК12 – «Основи метрології та інформаційно-вимірювальної техніки». Постреквізити Дисципліни: ОК24 – «Інтелектуальні сенсорні системи», ВК – «Мікропроцесорні пристрої керування та обробки інформації».	
3.Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Діелектрична спектроскопія (ДС) – це курс теоретично-практичного спрямування, що поєднує в собі системні знання про методи діелектричної спектроскопії та фізичні процеси у діелектричних матеріалах. Вивчення навчальних дисциплін «Діелектрична спектроскопія» дозволить студентів приймати обґрунтовані рішення на основі знання принципів побудови, властивостей, діелектричних матеріалів та способів їх вивчення.</p> <p>Загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - К01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях; - К02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; - К05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; - К08. Здатність вчитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузі, відмінній від професійної. <p>Фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> - К15. Здатність, виходячи з вимірювальної задачі, пояснювати та описувати принципи побудови обчислювальних компонент засобів вимірювальної техніки; - К21. Здатність до здійснення налагодження і дослідної перевірки окремих видів приладів в лабораторних умовах і на об'єктах. <p>Очікувані програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ПР04. Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів; – ПР08. Вміти організувати та проводити вимірювання, технічний контроль і випробування. 	

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

формування у студентів системних знань о методах діелектричної спектроскопії для вивчення властивостей широкого класу діелектричних матеріалів, які використовують у сучасних дослідженнях фазових переходів й комплексної діелектричної проникності та провідності в широкому інтервалі частот і температур.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – є освоєння основ поведінки діелектриків в постійному і змінному електричному полі; методів дослідження властивостей діелектриків і способів вимірювання її діелектричної проникності; специфікацій діелектриків, використовуваних при виготовленні виробів мікро- і наноелектроніки.

Практичні – опанувати розрахунки електричних, магнітних, оптичних, механічних та інших характеристик діелектриків; вимірювати і обробляти експериментальні діелектричні спектри; використовувати фізичні моделі для рішення практичних задач.

6. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Фізичні основи діелектричній спектроскопії.

Тема 1. Електропровідність, поляризація і класифікація діелектриків.

Основні параметри, що характеризують електропровідність та поляризацію діелектриків. Механізми електропровідності діелектриків. Електрична індукція і поляризованість. Діелектрична проникність.

Тема 2. Механізми індукованої поляризації. Теорія діелектричних втрат.

Електронна поляризація пружного та іонного зсуву. Пружна дипольна (орієнтаційна) поляризація. Динамічна модель пружних видів поляризації. Рівняння Клаузіуса-Мосотті. Метод Лорентца.

Втрати як фізичний і технічний параметр діелектриків. Тангенс кута діелектричних втрат. Комплексна діелектрична проникність. Діелектричні втрати при тепловій поляризації. Діелектричні втрати при пружній поляризації.

Тема 3. Вплив зовнішніх факторів (тиск, температура) на діелектричну проникність діелектриків.

Поляризація газоподібних діелектриків (неполярні та полярні гази). Вплив температури на ϵ . Вплив тиску на ϵ . Поляризація рідких діелектриків (неполярні, слабополярні, сильнополярні). Вплив температури на ϵ .

Теорія Онзагера. Теорія Кірквуда. Поляризація твердих діелектриків. Статична і динамічна моделі пружної поляризації.

Модуль 2.

Змістовий модуль 2. Методи, що застосовуються в діелектричній спектроскопії.

Тема 4. Дисперсія діелектричної проникності.

Діелектричні спектри. Розмитий релаксаційний спектр і розподіл релаксаторів по частотам. Діелектричні спектри. Розмитий релаксаційний спектр і розподіл релаксаторів по частотам.

Тема 5. Методи дослідження діелектриків на мікрохвилях.

Загальна характеристика методів вимірювання діелектричної проникності та втрат у діапазоні надвисоких частот. Метод короткого замикання. Вимірювання за допомогою трансформаторів опору. Похибки вимірювання. Метод коаксальної лінії. Методи вимірювання відкритими лініями. Метод діелектричного резонатора. Хвилевідний метод вимірювання тонких плівок.

Тема 6. Застосування діелектриків.

Діелектричні резонансні елементи мікрохвильової техніки. Об'ємні діелектричні резонатори. Діелектричні фільтри. Діелектричний хвилевідний фазообертач з п'єзокеруванням.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ ти- жня	Назва теми	Форми орга- нізації на- вчання	Кількість годин
1	Електропровідність, поляризація і класифікація діелектриків.	лекція	2
2	Електропровідність, поляризація і класифікація діелектриків.	лабораторна робота	2
3	Механізми індукованої поляризації. Теорія діелектричних втрат.	лекція	2
4	Механізми індукованої поляризації. Теорія діелектричних втрат.	лабораторна робота	2
5	Вплив зовнішніх факторів (тиск, температура) на діелектричну проникність діелектриків.	лекція	2
6	Вплив зовнішніх факторів (тиск, температура) на діелектричну проникність діелектриків.	лабораторна робота	2
7	Дисперсія діелектричної проникності.	лекція	2
8	Дисперсія діелектричної проникності.	лабораторна робота	2
9	Методи дослідження діелектриків на мікрохвилях	лекція	2
10	Методи дослідження діелектриків на мікрохвилях	лабораторна робота	2
11	Застосування діелектриків.	лекція	2
12	Методи дослідження діелектриків на мікрохвилях	лабораторна робота	2
13	Застосування діелектриків.	лекція	2
14	Застосування діелектриків.	лабораторна робота	2

8.Самостійна робота

№ ти- жня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1	2	3	4	5
1, 2	Електропровідність, поляризація і класифікація діелектриків.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	10	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
3, 4	Механізми індукованої поляризації.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
5, 6	Теорія діелектричних втрат.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
7, 8	Вплив зовнішніх факторів (тиск, температура) на діелектричну проникність діелектриків.	Опрацювання конспекту лекцій, підготовка до лабораторних робіт.	10	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
9, 10	Дисперсія діелектричної проникності.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, реферат.
11, 12	Методи дослідження діелектриків на мікрохвилях.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
13,14	Застосування діелектриків.	Опрацювання літератури, конспекту лекцій, підготовка до лабораторних робіт.	6	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.

15	Застосування діелектриків. Діелектричний хвилевідний фазообертач з п'єзокеруванням.	Опрацювання літератури, індивідуальна робота.	4	Усне опитування на лекціях, лабораторних заняттях.
----	---	---	---	--

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle:
<https://moodle.zp.edu.ua;>
- листування за допомогою електронної пошти snow@zp.edu.ua (у форматі 24/7);
- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіо спілкування або смс у сервісах Viber та Telegram (за графіком консультацій викладача або за домовленістю);
- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача або за домовленістю у Viber та Telegram).

9. Система та критерії оцінювання курсу

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

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістові модулі. Студент має право додатково скласти залік за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна в цілому оцінюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ECTS –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
85 – 89	B	добре	
75 – 84	C		
70 – 74	D		
60 – 69	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
1 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Оцінка «відмінно» виставляється студентіві за повне та відмінне виконання завдання без або з незначною помилкою. Оцінка «добре» - за правильне виконання завдання але з деякими помилками. Оцінка «задовільно» – за виконання завдання в достатньому обсязі зі значною кількістю недоліків або в мінімальному обсязі. Оцінка «незадовільно» виставляється студентіві, який не виконав завдання або його обсяг недостатній та містить грубі помилки.

Оцінки «зараховано» 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» виставляється студентові, 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 змістовий модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовому модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- повнота відповіді та активність роботи студента на лабораторній роботі оцінюється до 40 балів;
- індивідуальна робота за тематикою змістового модуля – до 15 балів;
- рубіжний контроль – до 45 балів;

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за змістові модулі.

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумкова
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль №2					
ПЗ	ЛР	ІДЗ	МК	Σ	ПЗ	ЛР	ІДЗ	МК	Σ	100
-	40	15	45	100	-	40	15	45	100	

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 лабораторних робіт студента оцінюється (до 40 балів всього);
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті ІДЗ оцінюється до 15 балів;
- правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при модульній контрольній роботі оцінюється до 45 балів.

10. Політика курсу

Політика щодо академічної доброчесності.

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб. Надати 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 (сервіс Moodle) 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.

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 в Положенні про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка»

<https://zp.edu.ua/normativna-baza-navchalnogo-procesu>

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.