

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра _____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ФУНКЦІОНАЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: _____ Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої _____
(назва освітньої програми)

Спеціальність: _____ 153 Мікро- та наносистемна техніка _____
(найменування спеціальності)

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

Ступінь вищої освіти: _____ магістр _____
(назва ступеня вищої освіти)

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

Протокол № 1 від 17 серпня 2021 р.

1. Загальна інформація

Назва дисципліни	ВК Функціональна електроніка Вибіркова навчальна дисципліна.
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Викладач	Матюшин В.М., д-р фіз.-мат. наук, професор
Контактна інформація викладача	Робочий телефон: +380617698367, e-mail: vladimirmat33@gmail.com
Час і місце проведення навчальної дисципліни	згідно до розкладу занять дистанційне навчання – https://moodle.zp.edu.ua/enrol/index.php?id=3617
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 120 годин кредитів – 4,0 кредити ЄКТС розподіл годин (на вивчення дисципліни): 30 годин лекційних, 14 годин лабораторних, 76 годин самостійна робота, вид контролю – іспит.
Консультації	Згідно з графіком консультацій

2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Пререквізити

Дисципліни за освітнім ступенем бакалавра:

«Елементи та компоненти електронних систем»,
«Технологічні основи електроніки»,
«Електронні системи»,
«Аналіз електронних схем»,
«Технологія виробництва ІС, ВІС, ВЕТ».

Постреквізити

Стажування (переддипломна практика),
Магістерська робота.

3. Характеристика навчальної дисципліни

Функціональна електроніка – це курс теоретично-практичного спрямування, що охоплює вивчення основних напрямків функціональної електроніки, які можуть використовуватись при створенні сучасних електронних засобів.

Вивчення навчальної дисципліни «Функціональна електроніка» дасть студентові можливість набути вміння і навички в розрахунку режимів фізичних процесів, які використовуються в функціональній електроніці, а також набуття практичних навичок експериментального визначення параметрів таких фізичних процесів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

ЗК4. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні;

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ЗК8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);

фахові компетентності:

СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірвальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення;

СК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також

оброблення і аналіз отриманих результатів;

СК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення;

СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах;

СК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення;

СК6. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності;

СК7. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

Очікувані програмні результати навчання:

P1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах;

P3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення;

P4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності;

P5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та нанoeлектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів;

P6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування;

P8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її;

P11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів;

P12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та нанoeлектроніки.

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета викладання курсу полягає в тому, щоб магістри ознайомились з сучасним проблемами основних напрямків функціональної електроніки. Це дозволить майбутнім науковцям орієнтуватись в потоці науково-технічної інформації, забезпечити їм можливість орієнтуватись в напрямках функціональної електроніки, пов'язаних з використанням фізичних і хімічних явищ, які використовуються при розробці сучасних електронних пристроїв.

5. Завдання вивчення дисципліни

полягає у формуванні у студентів уявлень про фізичні та хімічні процеси, які використовуються при створенні пристроїв функціональної електроніки.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Рекомбінація атомарного водню

Тема 1. Аналіз конструкцій мікроелектронної апаратури і функціональна електроніка

Предмет дисципліни та її задачі. Аналіз конструкцій мікроелектронної апаратури (МА). Функціональна електроніка (ФЕ) – п'яте покоління в конструюванні МА. Два напрямки розвитку

мікроелектроніки. Статичні та динамічні неоднорідності. Функціональна електроніка – електроніка динамічних неоднорідностей.

Тема 2. Акустоелектроніка

Поняття про акустоелектроніку. Перетворення електричної енергії в акустичну і навпаки. Види перетворювачів. Коефіцієнт електромеханічного зв'язку. Втрати енергії при поширенні акустичної хвилі.

Об'ємні акустичні коливання. Пристрої на об'ємних хвилях. Поверхневі акустичні хвилі. Пристрої на поверхневих акустичних хвилях.

Акустоелектронні ефекти. Пристрої на акустоелектронних ефектах.

Тема 3. Оптиелектроніка і прилади з зарядовим зв'язком (ПЗЗ)

Структурна схема оптиелектронних пристроїв. Взаємодія оптичної енергії з твердим тілом. Передавачі та приймачі оптичної енергії. Волоконно-оптичний зв'язок. Голографічні пристрої.

Прилади з зарядовим зв'язком. Принцип дії. Використання сучасної МА.

Змістовий модуль 2. Радикало-рекомбінаційні процеси

Тема 4. Хемотроніка

Електричний струм іонів у рідких розчинах. Фазові переходи на електродах, електрокапілярні явища. Хемотронні пристрої: електрохімічні діоди, підсилювачі, інтегратори. Мімістор. Іоністор.

Твердофазні хемотронні прилади: запам'ятовуючі елементи, елементи пам'яті.

Тема 5. Плазмотроніка

Поняття про плазму в твердому тілі. Особливості плазми в напівпровідниках. Причини виникнення нелінійних вольт-амперних характеристик (ВАХ). Механізми виникнення S- та N-подібних ВАХ. Пристрої на плазмових хвилях.

Тема 6. Магнітоелектроніка

Циліндричні магнітні домени. Доменні межі. Генерація, ділення, переміщення і детектування циліндричних магнітних доменів. Запам'ятовуючі пристрої та процесори сигналів на циліндричних магнітних доменах.

Функціональні пристрої на магнітостатичних хвилях.

Тема 7. Кріоелектроніка і квантова електроніка (КЕ)

Надпровідність. Квантовомеханічні ефекти (КЕ). Пристрої на основі надпровідників: кріотронні перемикачі та елементи пам'яті, елементи та пристрої на КЕ. Лінії затримки, цифрові логічні схеми, пристрої обробки сигналів.

Тема 8: Нові напрямки ФЕ

Використання нових фізичних явищ і матеріалів для створення приладів функціональної електроніки.

Органічна електроніка. Молекулярна електроніка. Біоелектроніка. Перспективи ФЕ.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Тема1. Аналіз конструкцій мікроелектронної апаратури і функціональна електроніка.	Лекція	4
2	Аналіз конструкцій електронної апаратури.	Лабораторна робота	2
3	Тема 2. Акустоелектроніка.	Лекція	6
4	Аналіз конструкцій електронної апаратури.	Лабораторна робота	2

5	Тема 3. Оптоелектроніка і прилади з зарядовим зв'язком (ПЗЗ).	Лекція	2
6	Аналіз конструкцій електронної апаратури.	Лабораторна робота	2
7	Тема 4. Хемотроніка.	Лекція	6
8	Дослідження роботи приладів на поверхневих акустичних хвилях.	Лабораторна робота	2
9	Тема 5. Плазмотроніка.	Лекція	4
10	Дослідження роботи діода Ганна.	Лабораторна робота	2
11	Тема 6. Магнітоелектроніка.	Лекція	4
12	Дослідження роботи діода Ганна.	Лабораторна робота	2
13	Тема 7. Кріоелектроніка і квантова електроніка (КЕ). Тема 8. Нові напрямки ФЕ.	Лекція	6
14	Заключне заняття.	Лабораторна робота	2

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1, 2	Аналіз конструкцій мікроелектронної апаратури і функціональна електроніка.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
3, 4	Акустоелектроніка.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	16	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
5, 6	Оптоелектроніка і прилади з зарядовим зв'язком (ПЗЗ).	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	14	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
7, 8	Хемотроніка.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	10	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
9, 10	Плазмотроніка.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	16	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
11, 12	Магнітоелектроніка.	Опрацювання літератури, підготовка та лабораторних робіт.	12	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.
13, 14	Кріоелектроніка і квантова електроніка (КЕ). Нові напрямки ФЕ.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт.	8	Усне опитування на лекціях, захист лабораторних робіт.

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій <https://zp.edu.ua/rozklad-zanyat-konsultacyi-ta-ispytiv-kafedry-mikro-ta-nanoelektronika> (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);
- листування за допомогою електронної пошти: vladirmat33@gmail.com;
- відеозустріч в системі ZoomMeeting, аудіоспілкування або повідомлення у сервісах Viber та Telegram (за графіком консультацій викладача);
- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача).

Індивідуальні завдання

Для студентів заочної форми навчання передбачена *контрольна робота*.

9. Система та критерії оцінювання курсу

Оцінювання навчальних успіхів студентів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності.

Для студентів денної форми навчання.

1. Курсом передбачені *лекції і лабораторні роботи*.

1.1. Враховуючи активність студента на лекціях та результати аудиторних тестових завдань студент може отримати в кожному модулі максимально 15 балів.

1.2. Якщо всі лабораторні роботи здані на оцінку „відмінно“, робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 30 балів.

2. По закінченню першого і другого півсеместрів проводиться рубіжні контролю у вигляді *аудиторної контрольної роботи*. Максимальна рейтингова оцінка цих видів контролю – 55 балів.

3. За підсумками першого та другого рубіжного модульного контролю студенту формується підсумкова оцінка знань, яка оголошується до початку екзаменаційної сесії. Під час екзаменаційної сесії студенти, які незгодні з оцінкою за підсумками рубіжного контролю або отримали незадовільну оцінку, з'являються на *екзамен*.

Для студентів заочної форми навчання передбачено захист контрольної роботи, розв'язування задач, лабораторні роботи, усний або письмовий іспит.

Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумкова
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль №2				
Тести	ЛР	МК	Σ	Тести	ЛР	МК	Σ	
15	30	55	100	15	30	55	100	

ЛР – лабораторні роботи; МК – модульна контрольна робота.

Отже, сумарна кількість балів, яку отримує студент впродовж семестру, складає 100. В залежності від отриманої суми балів до залікової відомості та в залікову книжку виставляється оцінка згідно національної шкали.

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	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

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 сформувавши загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/enrol/index.php?id=3617>) 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.