

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ФІЗИКА І ХІМІЯ ПОВЕРХНІ
(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.

Запоріжжя, 2021

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	БК Фізика і хімія поверхні 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/course/view.php?id=2473
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 90 годин кредитів – 3 кредити ЄКТС. розподіл годин (на вивчення дисципліни): 14 годин лекційних, 14 годин практичних, 62 години самостійна робота, вид контролю – іспит
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни за освітнім ступенем бакалавра: «Фізика», «Фізична хімія», «Фізика твердого тіла», «Фізика низькорозмірних систем», «Матеріали мікро- та нанoeлектроніки», «Наноматеріали та процеси їх формування», «Технологія тонких плівок». Постреквізити Стажування (переддипломна практика), Магістерська робота.	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
Фізика і хімія поверхні – це курс теоретично-практичного спрямування, що охоплює вивчення фізичних і хімічних явищ на поверхні твердих тіл, що лежать в основі роботи приладів, технології виготовлення і застосування твердотілих приладів при побудові інформаційно-вимірювальних пристроїв. Вивчення навчальної дисципліни « Фізика і хімія поверхні » дасть студентові можливість набути вміння і навички в розрахунку параметрів твердотілих приладів, вміння і навички розробляти технологічні процеси обробки поверхні твердого тіла, а також набуття практичних навичок експериментального визначення параметрів поверхні напівпровідникових кристалів. 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-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення;	

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

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 проєктування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проєктах;

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 проєктів. вміти використовувати інформаційні технології при розробці технологічних процесів в електронній технології;

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

P9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки;

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

4. Мета вивчення навчальної дисципліни

вивчення студентами фізичних і хімічних процесів, що визначають принцип дії, властивості, характеристики і параметри технологічних процесів при обробці поверхні кристалів для різних напівпровідникових приладів у дискретному та інтегральному виконанні.

5. Завдання вивчення дисципліни

полягає у формуванні у студентів уявлень про функціональні можливості поверхні твердого тіла щодо створення технологічних процесів виготовлення електронних пристроїв на основі фізичних і хімічних ефектів у напівпровідниках і діелектриках.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізичні і хімічні явища на поверхні твердих тіл

Вступ

Електронна технологія як галузь науки і техніки. Задачі, напрямки досліджень, проблеми, перспективи і тенденції розвитку електронної технології.

Тема 1. Структура поверхні напівпровідникових кристалів

Квантово-механічна система поверхні у напівпровідниках. Рівні Шоттки і Таммана. Вплив нейтральних і заряджених часток на енергетичну структуру поверхні. Зміна кристалічної структури приповерхневих шарів.

Тема 2. Фізичні явища на контактній та поверхні твердих тіл

Фізичні і хімічні явища на контактній газової фази - поверхні напівпровідника.

Контактна різниця потенціалів. Робота виходу електронів з поверхні. Вплив кристалічної структури на параметри поверхні напівпровідника.

Тема 3. Електронні явища при адсорбції і каталізі на поверхні напівпровідникових і діелектричних кристалів

Швидкі, повільні і рекомбінаційні електронні стани на реальній поверхні. Енергетичний спектр атомарно-чистої поверхні. Вольт-амперні характеристики. Математична модель діода. Рівняння Шоклі.

Змістовий модуль 2. Адсорбція

Тема 4. Електронні процеси в адсорбентах і каталізаторах

Особливості електронних процесів в широкозонних кристалах. Полікристалічні напівпровідники.

Тема 5. Взаємозв'язок молекулярних і електронних процесів на поверхні кристалів

Кінетика адсорбції. Електронна теорія хемосорбції. Фізична адсорбція. Електроніка реальної поверхні.

Тема 6. Фізичні і хімічні механізми в явищах адсорбції і каталіза

Фононні збудження в явищах адсорбції і фотокаталіза. Дисипація енергії адсорбційних взаємодій.

Тема 7. Технологічні процеси при обробці поверхні

Техно-хімічні процеси. Очистка поверхні кристалів. Плазмо-хімічне і іонне-плазмове травлення. Радікало-рекомбінаційна обробка поверхні. Перспективи технологічних процесів обробки поверхні.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ. Тема1. Структура поверхні напівпровідникових кристалів.	Лекція	2
2	Тема1. Структура поверхні напівпровідникових кристалів.	Практичне заняття	2
3	Тема 2. Фізичні явища на контакті і поверхні твердих тіл.	Лекція	2
4	Тема 2. Фізичні явища на контакті і поверхні твердих тіл.	Практичне заняття	2
5	Тема 3. Електронні явища при адсорбції і каталізі на поверхні напівпровідникових і діелектричних кристалів.	Лекція	2
6	Тема 3. Електронні явища при адсорбції і каталізі на поверхні напівпровідникових і діелектричних кристалів.	Практичне заняття	2
7	Тема 4. Електронні процеси в адсорбентах і каталізаторах.	Лекція	2
8	Тема 4. Електронні процеси в адсорбентах і каталізаторах.	Практичне заняття	2
9	Тема 5. Взаємозв'язок молекулярних і електронних процесів на поверхні кристалів.	Лекція	2
10	Тема 5. Взаємозв'язок молекулярних і електронних процесів на поверхні кристалів.	Практичне заняття	2

11	Тема 6. Фізичні і хімічні механізми в явищах адсорбції і каталіза.	Лекція	2
12	Тема 6. Фізичні і хімічні механізми в явищах адсорбції і каталіза.	Практичне заняття	2
13	Тема 7. Технологічні процеси при обробці поверхні.	Лекція	2
14	Тема 7. Технологічні процеси при обробці поверхні.	Практичне заняття	2

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1	Вступ.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
2	Розрахунки структури поверхні напівпровідникових кристалів.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
3, 4	Фізичні моделі явищ на контакті і поверхні твердих тіл.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
5, 6	Фізичні моделі електронних явищ при адсорбції і каталізі на поверхні напівпровідникових і діелектричних кристалів.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
7, 8	Фізичні моделі механізмів електронних процесів в адсорбентах і каталізаторах.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
9, 10	Розрахунок взаємозв'язків молекулярних і електронних процесів на поверхні кристалів.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	10	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
11,12	Розрахунок фізичних і хімічних механізмів в явищах адсорбції і каталіза.	Опрацювання літератури, підготовка та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
13, 14	Моделювання технологічних процесів при обробці поверхні.	Опрацювання літератури, підготовка до практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій <https://zp.edu.ua/rozklad-zanyat-konsultaciy-ta-ispytiv-kafedry-mikro-ta-nanoelektronika> (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);
- листування за допомогою електронної пошти: vladimirmat33@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 *практичні заняття*.

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

1.2. Якщо всі теми практичних занять здані на оцінку відмінно“, робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 35 балів.

3. По закінченню першого і другого напівсеместру проводиться рубіжні контролю у вигляді *аудиторної контрольної роботи*. Максимальна рейтингова оцінка цих видів контролю – 50 балів.

4. 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	ПЗ	МК	Σ	Тести	ПЗ	МК	Σ	100
15	35	50	100	15	35	50	100	

ПЗ – практичні заняття; 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 проєкту (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 сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=2475>) 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.