



Фізико-хімія поверхні

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (Професійні магістри)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</i>
Спеціальність	<i>176 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити (90 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua/, https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф. Білоус А.Г., agbilous@ukr.net, a.bilous-me@i11.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://meet.google.com/fye-pnmv-whr</i>
Код курсу	<i>угхсебт</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Фізико-хімія поверхні» є складовою частиною підготовки студентів за спеціальністю «176 Мікро- та наносистемна техніка» і належить до циклу професійної підготовки.

Сучасний прогрес неможливий без розробки нових функціональних матеріалів і створення на їх основі різних елементів для мікро- та наносистемної техніки. В значній мірі науковий прогрес досліджень в області фізико-хімії поверхні визначає прогрес в тонкоплівковій електроніці, що в свою чергу впливає на науково-технічний рівень країни.

Мета навчальної дисципліни – надати студентам знання, які необхідні при розробці нових функціональних матеріалів, зокрема, плівок на основі напівпровідників, і їх використання в різних галузях науки і техніки. Такі матеріали мають велике значення при розробці елементів для мікро- та наносистемної техніки, сучасних систем зв'язку, радіолокації, спеціальної техніки.

Предметом навчальної дисципліни є дослідження процесів, які відбуваються на поверхні кристалічних матеріалів, що має визначальне значення при розробці напівпровідникових пліткових елементів, умови їх одержання, вплив різноманітних факторів на їх властивості.

Дисципліна формує у здобувачів вищої освіти такі загальні та фахові компетентності (згідно освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка»):

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

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

ЗК6 – Здатність генерувати нові ідеї (креативність);

ФК1 – Здатність ефективно використовувати складне контрольнo-вимірoвaльнe, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення;

ФК5 – Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.;

ФК7 – Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти;

ФК8 – Здатність створювати нові функціональні матеріали та прилади і системи мікро- та наносистемної техніки на їх основі;

ФК9 – Здатність передбачати, аналізувати та описувати нові явища та процеси у матеріалах і компонентах мікро- та наносистемної техніки.

Програмними результатами навчання є (згідно освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка»):

ПРН2 – Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів;

ПРН3 – Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення;

ПРН4 – 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;

ПРН5 – 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;

ПРН6 – Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування;

ПРН9 – Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки;

ПРН16 – Проводити випробування, експериментальні та теоретичні дослідження властивостей матеріалів, наноструктур та технологій, компонентів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Результати навчання даної дисципліни використовуються для вивчення наступних дисциплін (постреквізити дисципліни): ПО8 Практика; ПО9 Виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Енергетичний спектр електрона в обмеженому кристалі.

Тема 2. Об'ємний заряд біля поверхні напівпровідника. Теорія області просторового заряду. Вид області просторового заряду.

Тема 3. Природа і відмінності фізичної і хімічної сорбції.

Тема 4. Експериментальне дослідження вплив адсорбції молекул на роботу виходу і провідності. Визначення параметрів поверхневих рівнів.

Тема 5. Поверхнева рекомбінація. Експериментальні методи вимірювання швидкості поверхневої рекомбінації.

Тема 6. Суть окисно-відновного каталізу. Керування активністю напівпровідникового каталізатора.

Тема 7. Дослідження атомарно чистої поверхні напівпровідників. Стабілізація поверхні напівпровідникових приладів.

Тема 8. Природа поверхневих станів на поверхні напівпровідників. Вплив поверхні на роботу напівпровідникових приладів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Г.П.Пека. Фізика поверхні напівпровідників. Ви-во Київського університету, 1967, 190г.
2. Под редакцією В.И.Ляшенко. Електронні явища на поверхні напівпровідників . Наукова думка. Київ. 1968. 400с.
3. Тереміленко К. В. Хімія функціональних матеріалів / К. В. Тереміленко, І. О. Гуральський. – Київ: Ліра-К, 2022. – 110 с. – (Київський національний університет імені Тараса Шевченка).
4. Корнілович Б. Ю. Фізико–хімія сучасних неорганічних матеріалів [Електронний ресурс] / Б. Ю. Корнілович, І. В. Пилипенко, І. А. Ковальчук // Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42130/1/Neorh_material.pdf.

Додаткові матеріали та ресурси:

- 1.Речовина в інтерфазі. Фізична хімія тонких плівок: навчальний посібник / – Львів: ЛНУ, 2005. – 226 с.
- 2.С. Афтанділянц Є. Г. Матеріалознавство: підручник / Є. Г. Афтанділянц, О. В. Зазимко, К. Г. Лопатько. — Херсон: ОЛДІ-плюс; К.: Ліра-К, 2013. — 612 с.
- 3.Fahlman B. D. Materials Chemistry. Second Edition / Bradley D. Fahlman. – New York: Springer, 2011. – 749 с.
- 4.Callister W. D. Materials Science and Engineering: An Introduction, 10th Edition / W. D. Callister, D. G. Rethwisch. – Hoboken, NJ: Wiley, 2018. – 975 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Теми лекційних занять:

№ з/п	Тема лекції
1	Тема 1. Статистика Фермі -Дірака і Бозе-Ейнштейна. Рівень Фермі.
2	Тема 2. Енергетичний спектр електрона в кристалі.
3	Тема 3. Поверхневі стани напівпровідника.
4	Тема 4. Об'ємний заряд у приповерхневому шарі напівпровідника
5	Тема 5. Концентрація надлишкових носіїв заряду в області просторового заряду. Поверхнева провідність.
6	Контрольна робота1 .
7	Тема 6. Адсорбція молекул як метод зміни поверхневого потенціалу
8	Тема 7. Ефект поля в напівпровідниках
9	Тема 8. Рекомбінація нерівноважних носіїв заряду. Типи і механізми рекомбінації

10	Тема 9. Методи отримання атомарно чистої поверхні напівпровідника
11	Тема 10. Фізичні властивості атомарно чистої поверхні напівпровідника. Вплив поверхні на роботу напівпровідникових приладів.
12	Контрольна робота 2
13	Залік

Практичні заняття:

№ з/п	Назва практичних занять	Кількість ауд. годин
1	Енергетичні рівні на поверхні напівпровідників (рівні Тамма і Шоклі, домішкові рівні)	4
2	Особливості скривлення енергетичних рівнів в напівпровідниках р- і n-типу (збіднення, збагачення, інверсія)	4
3	Відмінності енергетичних зон металів, напівпровідників, діелектриків. Типи напівпровідникових матеріалів.	4
4	Температурна залежність електропровідності і рухливості носіїв заряду напівпровідників	6
5	Ефект Холла і Зеєбека	4
6	Ознайомлення з науковими задачами фотовольтаїки	6
7	Напівпровідникові інжекторні лазери	4
8	Особливості розробки напівпровідникових матеріалів для каталізу	4
	Всього	36

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування всіх видів занять є обов'язковим.

Виконання всіх контрольних робіт (2 контрольні) є обов'язковою умовою допуску до заліку. За неправильні відповіді або неправильне оформлення контрольних робіт оцінка знижується згідно вимог РСО.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

З метою контролю процесу засвоєння учбового матеріалу у курсі передбачені дві контрольні роботи, яка розділена на дві частини. Оцінювання контрольної роботи здійснюється згідно рейтингової системи. За неправильні відповіді бали не зараховуються, за неточні або не повні відповіді бали знижуються.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу. Для успішного проходження першого календарного контролю: студент має набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру. Для успішного проходження другого календарного контролю студент має набрати не менше 40% балів від максимального рейтингу.

Семестровий контроль здійснюється у вигляді заліку.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливість:

- не складати залік, а отримати оцінку „автоматом” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;
- складати залік з метою підвищення оцінки.

У разі отримання на заліку оцінки нижчої, ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „автоматом”.

Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „незадовільно”, зобов’язані скласти залік.

Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов’язані підвищити його до рівня не менше 60%.

Оцінка визначається за сумою набраних рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

Рейтинговий бал студента нараховується за наступними правилами:

Модульна контрольна робота. Розділена на дві контрольні роботи. Максимальна кількість балів $2 \times 30 = 60$.

Система рейтингових (вагових) балів

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість	Макс. бал	Число балів на відмінно
1.	Оцінювані контрольних роботи: Виконання і захист	2	30	60
2.	Опитування по практичних заняттях	4	10	40
3.	Рейтинг за курс, R			100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено проф. Білоус А.Г.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № 22 від 23.06.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/2023 від 29.06.2023)