

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізика і хімія напівпровідників

Освітня програма бакалавра

Спеціальність 104 Фізика та астрономія

Галузь знань 10 Природничі науки

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 3 від “23” жовтня 2019 р.

м. Івано-Франківськ - 2019

ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
7. Політика курсу
8. Рекомендована література

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Фізика і хімія напівпровідників
Викладач (-і)	Прокопів Володимир Васильович
Контактний телефон викладача	59-60-82
E-mail викладача	prkvv@i.ua
Формат дисципліни	Очна
Обсяг дисципліни	9 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua/
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Анотація до курсу	
<p>Навчальна дисципліна «Фізика і хімія напівпровідників» є складовою освітньою програмою підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» галузі знань природничі науки з спеціальності «Фізика та астрономія». Предметом вивчення навчальної дисципліни є електрофізичні властивості напівпровідникових матеріалів, гальваноманітні явища, контактні явища різнорідних напівпровідників, фізичні принципи роботи напівпровідникових приладів, квазіхімічні реакції.</p>	
3. Мета та цілі курсу	
<p>Метою дисципліни фізика і хімія напівпровідників дати студентам знання про фізико-хімічні властивості матеріалів, які використовуються в функціональній електроніці, про способи і умови їх одержання, очищення, вирощування монокристалів й епітаксійних шарів, застосування; про структуру власних і домішкових дефектів у напівпровідникових кристалах, можливості моделювання, розрахунку та керування їх дефектною структурою для отримання матеріалів з необхідними властивостями; формування у майбутніх фахівців принципів фізичного і інженерного підходу до оцінки можливостей використання матеріалів в конкретних елементах і пристроях електронної техніки.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати про:</p> <ul style="list-style-type: none"> – класифікацію напівпровідникових матеріалів; – германій і кремній, одержання, фізико-хімічні й електричні властивості, вирощування монокристалів, епітаксію, застосування; – карбід кремнію; – напівпровідникові сполуки типу $A^{III}B^V$, $A^{II}B^{VI}$, $A^{IV}B^{VI}$, їх кристалічну структуру і хімічний зв'язок, фізико-хімічні й електричні властивості, домішки і дефекти структури у цих матеріалах, одержання монокристалів і епітаксійних шарів, застосування, тверді розчини на основі цих сполук; – структуру власних і домішкових дефектів у напівпровідниках; – моделювання дефектоутворення в напівпровідниках методом квазіхімічних реакцій; – метод термодинамічних потенціалів для опису процесів дефектоутворення; – методи кристалоквазіхімічного опису дефектоутворення у напівпровідниках. <p>вміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> – будувати моделі дефектоутворення в складних напівпровідниках методом квазіхімічних реакцій; – розраховувати залежності концентрації вільних носіїв заряду від температури та тиску при різних типах дефектного розупорядкування та різного зарядового стану дефектів; – розраховувати залежності температури термодинамічного p-n-переходу від парціального тиску пари компонентів при двотемпературному відпалі напівпровідникових кристалів; – застосовувати метод термодинамічних потенціалів для опису процесів 	

дефектоутворення;

– описувати процеси дефектоутворення в напівпровідникових кристалах кристалоквазіхімічними методами;

використовувати сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання задач фізики твердого тіла.

4. Результати навчання (компетентності)

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях.

K03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

K04. Здатність бути критичним і самокритичним.

K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

K06. Навички міжособистісної взаємодії.

K07. Навички здійснення безпечної діяльності.

K08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

K09. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

K10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

K11. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

K12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K13. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

K14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

K15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, їх місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

K16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, вміння застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури;

K17. Здатність до пошуку, опрацювання та узагальнення професійної та науково-технічної інформації, робити усні та письмові звіти, популяризувати сучасні фізичні концепції серед нефахівців.

Спеціальні (фахові) компетентності

K18. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

K19. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K20. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K21. Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень.

K22. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

- K23. Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси.
- K24. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.
- K25. Здатність виконувати теоретичні та експериментальні дослідження автономно та у складі наукової групи.
- K26. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.
- K27. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.
- K28. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.
- K29. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.
- K30. Орієнтація на найвищі наукові стандарти – обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук.
- K31. Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту.
- K32. Здатність застосовувати основні фізичні теорії і методи теоретичної фізики для опису фізичних законів і конкретних фізичних явищ.
- K34. Здатність сучасних уявлень про основні теоретичні чи експериментальні методи проведення наукового дослідження фізичних об'єктів та технологічного процесу їхнього створення.
- K35. Здатність визначати оптимальні умови виконання експерименту для досягнення поставленої фізичної мети і формулювати технічні вимоги до компонентів експериментальної методики
- K36. Здатність приймати участь в розробці нових методів і методичних підходів в науково-інноваційних дослідженнях та інженерно-технологічній діяльності.
- K37. Здатність використовувати знання іноземної мови для вивчення наукової фізичної літератури та у професійному спілкуванні з іноземними колегами.

Очікувані програмні результати навчання

- ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.
- ПР05. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.
- ПР09. Мати базові навички проведення теоретичних та/або експериментальних наукових досліджень з окремих спеціальних розділів фізики або астрономії, що виконуються індивідуально (автономно) та/або у складі наукової групи.
- ПР13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.
- ПР17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу	
Вид заняття	Загальна кількість годин
лекції	40

семінарські заняття / практичні		24			
лабораторні заняття		26			
самостійна робота (виконання індивідуальних завдань)		180			
Ознаки курсу					
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний / вибірковий		
5	104 Фізика та астрономія	3	Вибіркова дисципліни (дисципліна вільного вибору студента)		
Тематика курсу					
Тема, план	Форма заняття	Література	Завдання, год	Вага оцінки	Термін виконання
Тема 1. Германій. Кремній. Лабор. заняття 1: Дослідження германієвого та кремнієвого діодів.	Лекція/ практичне заняття/ лаб. роб.	Згідно списку літератури	конспект, тести, звіт 4 год./ 4 год./4 год	1-10 балів, 1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу
Тема 2. Напівпровідникові сполуки типу $A^{III}B^V$.	Лекція/ практичне заняття	Згідно списку літератури	конспект, тести 4 год./ 4 год.	1-10 балів,	Згідно розкладу
Тема 3. Напівпровідникові сполуки типу $A^{II}B^{VI}$.	Лекція/ практичне заняття	Згідно списку літератури	конспект, тести 4 год./ 4 год.	1-10 балів,	Згідно розкладу
Тема 4. Напівпровідникові сполуки типу $A^{IV}B^{VI}$.	Лекція/ практичне заняття	Згідно списку літератури	конспект, тести 4 год./ 4 год.	1-10 балів,	Згідно розкладу
Тема 5. Структура власних і домішкових дефектів у напівпровідниках. Лабор. заняття 2: Вивчення властивостей і знаття вольт-амперної характеристики світлодіодів	Лекція/ лаб. роб.	Згідно списку літератури	конспект, звіт 3 год/2 год.	1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу
Тема 6. Моделювання дефектоутворення в напівпровідниках методом квазіхімічних реакцій Лабор. заняття 3: Дослідження властивостей стабілітронів	Лекція/ лаб. роб	Згідно списку літератури	конспект, звіт 3 год/2 год.	1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу
Тема 7. Термодинаміка власних атомних дефектів у	Лекція/ лаб. роб	Згідно списку літератури	конспект, звіт 3 год/4год	1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу

напівпровідникових матеріалах Лабор. заняття 4: Вивчення властивостей біполярного напівпровідникового транзистора					
Тема 8. Кристалоквазіхімічний опис дефектоутворення у напівпровідниках	лекція	Згідно списку літератури	конспект, 3 год		Згідно розкладу
Тема 9. Фізико-хімічна класифікація напівпровідникових матеріалів. Сполуки, тверді розчини. Лабор. заняття 5: Вивчення властивостей польового напівпровідникового транзистора	Лекція/ лаб. роб	Згідно списку літератури	конспект, звіт 2 год/4год.	1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу
Тема 10. Напівпровідники і періодична система Менделєєва. Лабор. заняття 6: Дослідження емнісних властивостей р-п переходу	Лекція/ практичне заняття/ лаб.роб	Згідно списку літератури	конспект, тести, звіт 4 год./ 4 год./2год.	1-10 балів, 1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу
Тема 11. Типи хімічного міжатомного зв'язку напівпровідниках. Зонна структура напівпровідникових матеріалів	лекція	Згідно списку літератури	конспект, 2 год		Згідно розкладу
Тема 12. Домішкові стани та їх вплив на електричні властивості напівпровідників. Домішкова провідність. Дефекти. Лабор. заняття 7: Отримання тонких плівок методом термічного випаровування у вакуумі. Отримання тонких плівок на установці ВУП-2	Лекція/ лаб. роб	Згідно списку літератури	конспект, звіт 2 год/4год.	1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу
Тема 13. Статистика в електронів	лекція	Згідно списку	конспект, 2 год		Згідно розкладу

напівпровідниках.		літератури			
Тема 14. Температурна залежність електропровідності напівпровідникових Лабор. заняття 8: Вирощування плівок напівпровідникових сполук методом гарячої стінки Контрольна робота	Лекція/ практичне заняття/ лаб.роб	Згідно списку літератури	Контрольна робота, звіт 4 год./ 4 год./2год	1-10 балів, 1-4 (лаб.роб)	Згідно розкладу

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу	Для перевірки знань, умінь і навичок студентів при вивченні навчальної дисципліни використовуються такі форми контролю: - поточний; - підсумковий (залік). Поточний контроль передбачає оцінювання лабораторних робіт студентів та результатів тестування. Підсумковий контроль здійснюється на основі накопичених балів протягом семестру в процесі поточного контролю.
Вимоги до письмової роботи	Звіт по лабораторних роботах включає зазначення мети та завдання лабораторної роботи, вихідні дані, основні розрахункові формули, оформлені у вигляді таблиць Виконання звіту закінчується висновком, який є коротким підсумком лабораторної роботи.
Семінарські заняття	-
Умови допуску до підсумкового контролю	Студент допускається до підсумкового контролю за наявності звітів до лабораторних робіт та виконанню всіх лабораторних робіт, а також результатів тестування по тематиці практичних занять.

7. Політика курсу

<p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на практичних та лабораторних заняттях, поточному тестуванні, самостійній роботі. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Вимоги викладача. Кожен викладач ставить студентам систему вимог та правил поведінки студентів на заняттях, доводить до їх відома методичні рекомендації щодо виконання контрольних робіт, тестових завдань. Все це гарантує високу ефективність навчального процесу і є обов'язковою для студентів.</p>
--

9. Рекомендована література

Базова

1. Прокопів В.В. Фізика і хімія конденсованого стану. У 2-х т. –Т. 1. Властивості напівпровідникових матеріалів / Володимир Васильович Прокопів. – Івано-Франківськ: Видавництво ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2013. – 76 с.
2. Прокопів В.В. Фізика і хімія конденсованого стану. У 2-х т. –Т. 2. Власні та домішкові точкові дефекти у напівпровідниках / Володимир Васильович Прокопів. – Івано-Франківськ: Видавництво ДВНЗ «Прикарпатський національний університет

імені Василя Стефаника», 2013. – 76 с.

3. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – М.: Высшая школа, 1990. – 306 с.

Допоміжна

1. Прокопів В.В., Горічок І.В., Туровська Л.В. Термодинаміка реальних напівпровідникових кристалів/ Навчальний посібник / В.В. Прокопів, І.В. Горічок, Л.В. Туровська – Івано-Франківськ: Видавництво «Плай» ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2009. – 100 с.
2. Фреїк Д.М., Прокопів В.В., Галушак М.О. та ін. Кристалохімія і термодинаміка атомних дефектів у сполуках AIVBVI. – Івано-Франківськ: Плай, 2000. – 164 с.
3. Материалы микроэлектронной техники. Под ред. В.М. Андреева. – М.: Радио и связь, 1989. – 350 с.

Викладач _____ Прокопів В.В.