

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра загальної фізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

Момот О.В.

« ____ » _____ 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹

Фізика радіаційних дефектів у напівпровідникових наноструктурах

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань	<u>10 Природничі науки</u> <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	<u>104 Фізика та астрономія</u> <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	<u>магістр</u> <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	<u>Фізика наноструктур в металах та кераміках</u> <i>(назва освітньої програми)</i>
спеціалізація <i>(за наявності)</i>	<u>Фізика наноструктур в металах та кераміках</u> <i>(назва спеціалізації)</i>
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>

Форма навчання	<u>очна</u>
Навчальний рік	<u>2019/2020</u>
Семестр	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: доцент Подолян Артем Олександрович

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2019

Розробники²: Подолян А.О., канд.фіз.-мат. наук, доцент

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри _____

(підпис)

(Боровий М.О.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 10 від 7 травня 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол №21 від 10 травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії _____
(підпис)

(Оліх О.Я.)
(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2019 року

© _____, 2019

ВСТУП

1. Мета дисципліни – отримання базових знань про механізми утворення радіаційних дефектів у сучасних напівпровідниках та напівпровідникових наноструктурах, їх структуру і вплив на фізичні властивості матеріалу та роботу напівпровідникових приладів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

знати: основні явища, пов'язані з взаємодією високоенергетичних частинок та електромагнітних хвиль з напівпровідниковими структурами, типи утворюваних дефектів структури, їх вплив на фізичні властивості матеріалів та робочі характеристики приладів, застосування радіаційного опромінення в сучасній напівпровідниковій технології.

вміти: оцінювати типи, концентрацію та просторовий розподіл утворюваних радіаційних дефектів для різних видів високоенергетичного опромінення, оцінювати зміни основних фізичних параметрів напівпровідникових структур, зумовлені радіаційними дефектами.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс:

В рамках курсу «Фізика радіаційних дефектів у напівпровідникових наноструктурах» розглядаються сучасні досягнення в розумінні фізичних закономірностей утворення радіаційних дефектів, їх впливу на роботу приладів та практичного застосування у напівпровідникових структурах різної розмірності. Метою вивчення дисципліни є засвоєння основних механізмів взаємодії високоенергетичних частинок з напівпровідниковими структурами різної розмірності та їх впливу на фізичні властивості. Навчальна задача курсу полягає в оволодінні методами оцінки типу, концентрації та просторового розподілу радіаційних дефектів для сучасних напівпровідникових систем. Результати навчання полягають в умінні застосовувати особливості взаємодії високоенергетичних частинок з напівпровідниковими структурами для розв'язання практичних задач. Методи викладання: лекції, консультації. Методи оцінювання: опитування в процесі лекції, контрольні роботи після основних розділів спецкурсу, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – засвоєння основних фізичних явищ та закономірностей пов'язаних з радіаційними дефектами в напівпровідникових структурах; оволодіння методами і принципами теоретичного та експериментального розв'язку фізичних проблем для даного класу явищ.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий (магістрерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Фізика», спеціальність 104 «Фізика та астрономія»), ОНП «Фізика наноструктур в металах та кераміках» дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі фізики наносистем, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань.

Загальних:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Навички використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність працювати в міжнародному науковому просторі.
- Здатність використовувати професійно-профільовані знання в галузі фізики.

Фахових:

- Володіння принципами структурної й функціональної побудови наноструктур. **(ФК1)**.
- Здатність застосовувати знання теорій опису фізичних властивостей наноструктур **(ФК4)**.
- Здатність застосовувати знання оптичних та фотоелектричних явищ в наноструктурах. **(ФК6)**.

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Отримання знань з механізмів утворення та відпалу радіаційних дефектів в напівпровідникових структурах та методів їх дослідження	лекції	Модульна контрольна робота	30
2.1	Отримання знань щодо типів радіаційних дефектів в сучасних напівпроїдникових структурах, їх вплив на роботу приладів та практичне застосування	лекції	Модульна контрольна робота	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

Результати навчання дисципліни	1.1	2.1
Програмні результати навчання		
ПРН 1.6. Знати основи фізики нерівноважних відкритих систем	+	+
ПРН 1.7. Знати електронні процеси в наноструктурах	+	+
ПРН 2.3. Вміти встановлювати зв'язки між характеристиками конденсованих середовищ, їх будовою та фізичними процесами в них;	+	+

7. Структура курсу

Курс складається з 2-х змістових модулів: «Утворення та відпал радіаційних дефектів та методи їх дослідження», який включає в себе 8 лекцій та «Радіаційні дефекти в сучасних напівпровідникових структурах», який складається з 7 лекцій.

8. Схема формування оцінки:

8.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням Min. – рубіжної та Max. кількості балів чи відсотків)

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 (16 балів- 30 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (16 балів- 30 балів).

- підсумкове оцінювання у формі заліку

Підсумкове оцінювання у формі заліку³: (обов'язкове проведення залікового оцінювання в письмовій формі)

	ЗМ1/Частина 1 (за наявності)	ЗМ2/Частина 2 (за наявності)	залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	<u>16</u>	<u>16</u>	<u>24</u>	<u>60</u>
Максимум	<u>30</u>	<u>30</u>	<u>40</u>	<u>100</u>

у випадку комплексного екзамену слід вказати питому вагу складових

Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше 36 балів.⁴

(слід чітко прописати умови, які висуваються викладачами даної дисципліни).

Оцінка за залік не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

8.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням, у тому числі, результатів навчання, опанування яких перевіряється конкретним оцінюванням).

Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74

³ Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт впродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (**100 балів** - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: **60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен**).

⁴ У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – **20 балів**, а рекомендований мінімум **не менше 36 балів**, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше **24 балів** (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34
Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практ., лаб	С/Р
Частина 1. Утворення та відпал радіаційних дефектів та методи їх дослідження				
1	Вступ. Тема 1. МЕХАНІЗМИ ВЗАЄМОДІЇ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНИХ ЧАСТИНОК ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ З НАПІВПРОВІДНИКАМИ	6	0	8
2	Тема 2. МЕХАНІЗМИ УТВОРЕННЯ ТА ВІДПАЛУ РАДІАЦІЙНИХ ДЕФЕКТІВ.	6	0	8
3	Тема 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ТА ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ РАДІАЦІЙНИХ ДЕФЕКТІВ В НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СТРУКТУРАХ.	4	0	8
	<i>Модульна контрольна робота 1</i>			6
Частина 2 . Радіаційні дефекти в сучасних напівпровідникових структурах				
5	Тема 4. ОГЛЯД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТА ТЕОРЕТИЧНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ПО РАДІАЦІЙНИМ ДЕФЕКТАМ В СУЧАСНИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СТРУКТУРАХ	6	0	8
3	Тема 5. ВПЛИВ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА РОБОЧІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ПРИЛАДІВ.	5	0	8
6	Тема 6. ПРАКТИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ ОПРОМІНЕННЯ.	3	0	8
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>			6
	ВСЬОГО	30	0	60

Загальний обсяг **90 год.**⁵, в тому числі: Лекцій – **30 год.**

Практичні – **0 год.**

Лабораторні – **0 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

⁵ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. Семенюк А.К. Радіаційні ефекти в багатодолінних напівпровідниках. Луцьк, 2001, 324 с.
2. Оцуки Е.Х. Взаимодействие заряженных частиц с твердыми телами. М., Мир, 1985, 174 с.
3. Leroy C., Rancoita P.-G. Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 2009, 930 p.
4. Ланно М., Бургуэн Ж. Точечные дефекты в полупроводниках. Теория. М., Мир, 1984, 264 с.
5. Ланно М., Бургуэн Ж. Точечные дефекты в полупроводниках. Экспериментальные аспекты. М., Мир, 1985, 304 с.
6. Вавилов В.С., Кив А.Е., Ниязова О.Р. Механизмы образования и миграции дефектов в полупроводниках. М., Наука, 1981, 368 с.
7. Вавилов В.С., Кекелидзе Н.П., Смирнов Л.С. Действие излучений на полупроводники. М., Физматгиз, 1988, 192 с.

Додаткова:

8. Вавилов В.С., Киселев В.Ф., Мукашев Б.Н. Дефекты в кремнии и на его поверхности. М., Наука, 1990, 216 с.
9. Журнал «Физика и техника полупроводников» т.35, 2001.
10. Журнал «Успехи физических наук» т.173, 2003; т.187, 2017.
11. Аброян И.А. Андронов А.Н., Титов А.И. Физические основы электронной и ионной технологии. М., Высшая школа, 1984, 319 с.
12. Lutz G. Semiconductor Radiation Detectors. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007