

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Кафедра експериментальної фізики

та інформаційно-вимірювальних технологій

Затверджено

Проректор з наукової роботи та
інновацій

проф. Бояр А.О.

«23» 06 2016 р.



Затверджено

Проректор з науково-педагогічної і
навчальної роботи та рекрутації

проф. Гаврилюк С. В.

«23» 06 2016 р.



РАДІАЦІЙНА ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

ПРОГРАМА

нормативної навчальної дисципліни

підготовки	доктора філософії (PhD)
галузі знань	10 Природничі науки
спеціальності	104 Фізика та астрономія

Програма навчальної дисципліни «Радіаційна фізика твердого тіла» для підготовки доктора філософії (PhD) із галузі знань 10 Природничі науки, за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

” ___ ” _____ 2016 р. – 6 с.

Розробники:

Федосов Сергій Анатолійович, професор, завідувач кафедри експериментальної фізики та інформаційно-вимірювальних технологій, доктор фізико-математичних наук, доцент

Рецензент:

Сахнюк Василь Євгенович, доцент кафедри теоретичної та математичної фізики, кандидат фізико-математичних наук

Програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри експериментальної фізики та інформаційно-вимірювальних технологій

протокол № 12 від 24.05. 2016 р.

Завідувач кафедри:  (Федосов С. А.)

Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною комісією факультету інформаційних систем, фізики та математики

протокол № 10 від 8.06. 2016 р.

Голова науково-методичної комісії факультету  (Полетило С. А.)

Програма навчальної дисципліни схвалена науково-методичною радою університету

протокол № 10 від 15. 06. 2016 р.

Програма навчальної дисципліни схвалена науковою радою університету

протокол № 11 від 16. 06. 2016 р.

Вступ

Програма навчальної дисципліни «Радіаційна фізика твердого тіла» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки доктора філософії (PhD) із галузі знань 10 Природничі науки за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є дефекти кристалічної структури матеріалів, які виникають в твердих тілах при опроміненні (радіаційних дефектів) та зміна властивостей твердих тіл при опроміненні.

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліна «Радіаційна фізика твердого тіла» передбачає тісні зв'язки з навчальними курсами: «Теорія твердого тіла», «Фізика напівпровідників і діелектриків», «Фізика металів».

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів**:

- 1. Основні типи дефектів в твердих тілах. Первинні точкові радіаційні дефекти.**
- 2. Утворення радіаційних дефектів в речовині.**

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни «Радіаційна фізика твердого тіла» є поглиблення і розширення теоретичних знань та формування практичних умінь пов'язаних із фізикою твердого тіла, фізичних та кінетичних явищ в напівпровідниках, вивченням типів точкових дефектів в напівпровідниках, фізичних основ механізмів їх утворення під дією швидких електронів, механізмів утворення дефектів при опроміненні кристалів швидкими і повільними нейтронами, механізмів утворення дефектів при іонному опроміненні, взаємодії радіаційних дефектів між собою і легуючими домішками та основних механізмів підпорогового дефектоутворення в напівпровідниках.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни «Радіаційна фізика твердого тіла» є:

- вивчення механізмів утворення дефектів під дією швидких електронів, швидких і повільних нейтронів, іонів;
- взаємодії радіаційних дефектів між собою і легуючими домішками та основних механізмів підпорогового дефектоутворення в напівпровідниках;
- напрацювання практичних навичок аналізу природи, структури, концентрації дефектів і дефектних комплексів за параметрами електричних, оптичних та фотоелектричних властивостей матеріалів;
- напрацювання практичних навичок прогнозу зміни фізичних властивостей матеріалів в залежності від концентрації, структури і типу радіаційних дефектів.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі доктора філософії (PhD) повинні:

знати:

- типи точкових дефектів в напівпровідниках;
- порогову енергію утворення точкових радіаційних дефектів в твердих тілах;
- модельні уявлення про процеси взаємодії первинних точкових дефектів між собою;
- взаємодію радіаційних дефектів між собою і легуючими домішками;
- основні механізми підпорогового дефектоутворення в напівпровідниках;
- механізми утворення дефектів під дією швидких електронів, при опроміненні твердих тіл швидкими і повільними нейтронами, при іонному опроміненні.

вміти:

- проводити аналіз природи, структури, концентрації дефектів і дефектних комплексів технологічного і радіаційного походження за параметрами електричних, фотоелектричних властивостей досліджуваних матеріалів;

- прогнозувати зміну властивостей напівпровідникових матеріалів в залежності від концентрації, структури і типу радіаційних дефектів в напівпровідникових сполуках.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6 кредитів ECTS.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 ОСНОВНІ ТИПИ ДЕФЕКТІВ В ТВЕРДИХ ТІЛАХ. ПЕРВИННІ ТОЧКОВІ РАДІАЦІЙНІ ДЕФЕКТИ

Тема 1. Вступ

Роль радіаційної фізики в розв'язку проблеми одержання стійких до високоенергетичного випромінювання елементів твердотільної електроніки, а також нових технологій створення напівпровідникових матеріалів з прогнозованими властивостями.

Тема 2. Точкові дефекти в напівпровідниках

1. Типи точкових дефектів в напівпровідниках. Вакансії, міжвузлові атоми, пари Френкеля. Дефекти Шоткі.

2. Власні точкові дефекти в твердих тілах і їх вплив на фізичні властивості матеріалів. Температурна залежність концентрації вакансій і міжвузлових атомів.

Тема 3. Первинні точкові радіаційні дефекти в напівпровідниках і інших кристалічних твердих тілах

1. Порогова енергія утворення точкових радіаційних дефектів в твердих тілах. Теоретичні моделі механізмів утворення первинних точкових дефектів при пружному розсіюванні ядерних частинок на атомах речовини.

2. Модельні уявлення про процеси взаємодії первинних точкових дефектів між собою: модель близької пари; модель Мак-Кея і Клонца; енергетичний бар'єр між власними компонентами пари Френкеля. Міграція точкових дефектів.

3. Утворення дефектів під дією швидких електронів. Взаємодія γ -квантів з атомами твердих тіл. Залежність порогової енергії і перерізу утворення первинних радіаційних дефектів від параметрів матеріалу і умов опромінення.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 УТВОРЕННЯ РАДІАЦІЙНИХ ДЕФЕКТІВ В РЕЧОВИНІ

Тема 4. Рух власних точкових дефектів в кристалі і їх взаємодія між собою і різними легуючими домішками

1. Самодифузія точкових дефектів. Міграція вакансій і міжвузлових атомів. Радіаційно прискорена міграція атомів в напівпровідниках.

2. Взаємодія радіаційних дефектів між собою і легуючими домішками. Вторинні радіаційні дефекти, утворення комплексів дефектів. Вакансійні скупчення, скупчення міжвузлових атомів.

Тема 5. Ефекти підпорогового дефектоутворення в напівпровідниках

1. Основні механізми підпорогового дефектоутворення в напівпровідниках. Роль іонізаційних процесів. Підпорогове дефектоутворення при опроміненні рентгенівськими променями, високоенергетичними зарядженими частинками, лазерними променями.

2. Радіаційно-стимульовані ефекти в напівпровідниках. Ефект Уоткінса по низькотемпературній міграції міжвузлових атомів кремнію. Моделі прискореної дифузії і міграції різних дефектів в напівпровідниках. Модель Бургуена-Корбета. Фотохімічні реакції.

Тема 6. Радіаційні дефекти при опроміненні напівпровідників важкими частинками

1. Утворення дефектів при опроміненні твердих тіл швидкими і повільними нейтронами. Області розупорядкування (кластери дефектів) і механізми їх утворення. Нейтронне легування напівпровідників.

2. Утворення дефектів при іонному опроміненні. Іонне легування напівпровідників. Матеріали електронної техніки, одержані за допомогою іонного легування.

3. ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ –екзамен

4. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

У процесі вивчення дисципліни використовують такі методи оцінювання навчальної роботи аспіранта:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання самостійної роботи;
- письмовий екзамен.

5. СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Давидюк Г. Є. Радіаційні ефекти в напівпровідниках : навч. посіб. / Давидюк Г. Є. – Луцьк : СНУ імені Лесі Українки, 2013. – 305 с.
2. Вавилов В. С. Механизмы образования и миграции дефектов в полупроводниках / Вавилов В. С., Кив А. Е., Ниязова О. Р. – М. : Наука, 1981. – 368 с.
3. Емцев В. В. Примеси и точечные дефекты в полупроводниках / В. В. Емцев, Т. В. Машовец. – М. : Радио и связь, 1981. – 248 с.
4. Вавилов В. С. Действие излучений на полупроводники / Вавилов В. С. – М. : Физматгиз, 1963. – 264 с.
5. Вавилов В. С. Радиационные эффекты в полупроводниках и полупроводниковых приборах / В. С. Вавилов, Н. А. Ухин. – М. : Атомиздат, 1969. – 311 с.
6. Келли Б. Радиационные повреждения твердых тел / Келли Б. – М. : Атомиздат, 1970. – 236 с.
7. Коноплева Р. Ф. Особенности радиационного повреждения полупроводников частицами высоких энергий / Коноплева Р. Ф., Литвинов В. Л., Ухин Н. А. – М. : Атомиздат, 1971. – 176 с.
8. Смирнов Л. С. Физические процессы в облученных полупроводниках / Смирнов Л. С. – М. : Наука, 1977. – 256 с.
9. Винецкий В. Л. Радиационная физика полупроводников / В. Л. Винецкий, Т. А. Холодарь. – К. : Наукова думка, 1979. – 336 с.
10. Точечные дефекты в твердых телах / Под ред. Б. Л. Болтакса, Т. В. Машовец, А. Н. Орлова. – М. : Мир, 1979. – 384 с.
11. Дж. Майер. Ионное легирование полупроводников / Дж. Майер, Л. Эрикссон, Дж. Дэвис. – М. : Мир, 1973. – 296 с.
12. Семенюк А. К. Радіаційні ефекти в багатодолінних напівпровідниках / Семенюк А. К. – Луцьк : Надстир'я, 2001. – 324 с.

13. Давидюк Г. Є. Вплив опромінення частинками підпорогової енергії на оптичні та фотоелектричні параметри спеціально легованих і легованих різними домішками монокристалів сульфїду кадмію / Г. Є. Давидюк, Г. Л. Мирочук. – Луцьк : Вежа, 2009. – 132 с.
14. Трохимчук П. П. Радіаційна фізика твердого тіла / Трохимчук П. П. – Луцьк : Вежа, 2007. – 394 с.
15. А. Дамаск. Точечные дефекты в металлах / А. Дамаск, Дж. Динс. – М. : Мир, 1966. – 291 с.