ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
_____ Е.И. Скафа
«__21__» ____декабря____ 2016 г.
М.П.

Рабочая программа учебной дисциплины

«ТОЧЕЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ И КАЧЕСТВО ПОЛУПРОВОДНИКОВ»

Направление подготовки: **03.04.02** Физика

Профиль подготовки: _____

Образовательный уровень выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:
Декан физико-технического факультета
_____Малюк Н.Г.
"16" декабря_____2016 г.

Программа учебной дисциплины «Точечные эффекты и качество полупроводников» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.02«Физика» утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «4» апреля 2016 г. №300»и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчики:

Д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий _____ Юрченко В.М.

К.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий _____ Иваницын Н. П.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № 8 от "12" декабря 2016 г.

Зав. кафедры теоретической физики и нанотехнологий_____ Варюхин В.Н

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 4 от "14" декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета _____ Котенко В.Н.

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Программа учебной дисциплины «Точечные эффекты и качество полупроводников» является частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки **03.04.02** «Физика» и состоит из одного содержательного модуля и четырех тем.

Учебная дисциплина «Точечные эффекты и качество полупроводников» принадлежит к вариативной части профессионального блока учебного плана.

Она базируется на следующих дисциплинах учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»: «Физика твердого тела», «Новые магнитные, оптические и полупроводниковые материалы», «Радиофизическая электроника», «Кристаллофизика, теория и методы структурного анализа», «Электронная микроскопия и рентгенография материалов», «Структурообразование и явления переноса в кристаллах и тонких пленках».

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины *(модуля)*

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Магистр				
Направление подготовки (специальность)	*03.04.02 «Физика»*				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	1(4)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Вариативная часть				
Формы контроля	Экзамен, модульный контроль				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	*СПО (ускор.)	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	4,5				
Количество часов	162				
Год подготовки	2				
Семестр	3				
Количество часов					
- лекционных	48				
- практических, семинарских					
- лабораторных					
- самостоятельной работы	114				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	4				

ОСО – общее среднее образование
СПО – среднее профессиональное образование
ВПО – высшее профессиональное образование
1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цели и задачи дисциплины: знакомство студентов с несовершенствами строения реальных кристаллов полупроводников и причинами образования дефектов структуры в полупроводниковых материалах; формирование у студентов представления о взаимосвязи реальной структуры и свойствами полупроводникового материала; приобретение практических навыков использования реальных полупроводниковых материалов в микро- и оптоэлектронике.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки (профилю):

общекультурными компетенциями (ОК):

способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);

способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);

способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);

способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);

способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

профессиональными компетенциями ПК:

научно-исследовательская и проектная деятельность:

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основы физики и термодинамики реальных полупроводниковых материалов;
- особенности различных дефектов структуры, причин их образования в кристаллической решетке полупроводника и влияния дефектов на свойства полупроводниковых материалов и приборов;

уметь:

- использовать методы физики твердого тела, термодинамики и физической химии для анализа дефектных полупроводников;

владеть:

- основами анализа свойств реальных полупроводниковых материалов и их применения.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1
Тема 1. .	Введение. Несовершенства строения реальных кристаллов полупроводников, дефекты атомной структуры и физические свойства полупроводниковых материалов.
Тема 2.	Классификация дефектов, типы дефектов.
Тема 3.	Причины образования дефектов в полупроводниках: отклонение состава материала от стехиометрического при выращивании ("биографические" или "ростовые" дефекты), термическая обработка ("термодефекты"), пластическая деформация ("дефекты пластической деформации"), радиационное воздействие ("радиационные дефекты").
Тема 4.	Точечные дефекты. Собственные дефекты решетки, энергия образования и миграции дефектов, равновесие дефектов, заряженные и нейтральные дефекты, электронейтральность и компенсация заряда, структуры разрыхления (дефекты Шоттки), смещения (Френкеля), междоузельные атомы, антиструктурные дефекты, дивакансии, примеси (замещения, внедрения), взаимодействие дефектов, комплексные центры, пересыщение кристалла дефектами, идеальные и неидеальные дефекты, эффект Яна - Теллера, U+(U-) – центры.

Курс дисциплины «Точечные эффекты и качество полупроводников» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. самостоятельная работа студента.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. проверка самостоятельных работ;
3. модульная контрольная работа (дидактическое тестирование);
4. итоговый тест (экзаменационные билеты)

Тематический план (*заполняется согласно учебному плану)*

	Содержательный модуль 1																						
Названия содержательных модулей и тем	**Количество часов**																						
	Очная форма						**Заочная форма**																
							на базе общего среднего образования						**на базе среднего профессионального образования**						**на базе высшего профессионального образования**				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1.	40	12			28																		
Тема 2.	40	12			28																		
Тема 3.	41	12			29																		
Тема 4.	41	12			29																		
Итого по дисциплине	162	48			114																		

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу «Точечные эффекты и качество полупроводников» предусматривает:

- разработки теоретических основ прослушанного лекционного материала;
- изучение отдельных тем или вопросов, которые предусмотрены для самостоятельной работы;
- подготовку к практическим занятиям;
- самостоятельное решение задач;
- подготовку к модульному контролю.

Темы для самостоятельной работы

1. Зонная структура германия, кремния и арсенида галлия.
2. Определение положения химического потенциала в полупроводниках
3. Диффузионно-дрейфовое приближение. Соотношение Эйнштейна
4. Время жизни неравновесных носителей. Уравнение непрерывности.
5. Амбиполярная диффузия и амбиполярный дрейф. Длина дрейфа
6. Механизмы поглощения света в полупроводниках. Поглощение на свободных носителях. Межзонное поглощение света. Экситонные эффекты в поглощении света. Поглощение света в непрямозонных полупроводниках.
7. Формула Ричарсона-Дэшмана.
8. Контакт Шоттки. Вольт-амперная характеристика контакта Шоттки.
9. Омический контакт.

7. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

- Несовершенства строения реальных кристаллов полупроводников, дефекты атомной структуры и физические свойства полупроводниковых материалов.
- Классификация дефектов, типы дефектов.
- Биографические" или "ростовые" дефекты
- "Термодефекты"
- Дефекты пластической деформации
- Радиационные дефекты.

8. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Магистр
Направление подготовки – 03.04.02 «Физика»
Семестр – 3
Учебная дисциплина – «Точечные эффекты и качество полупроводников»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1.«Термодефекты"
2.Эффект Яна - Теллера.

«Утверждено»
на заседании кафедры
протокол №___ от «__»_____ ___ г.

Заведующий кафедрой В.Н. Варюхин
Экзаменатор Н.П. Иваницын

9. Критерии оценивания

(Разрабатываются и утверждаются кафедрой на основе Положения ДонНУ)

Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ	По шкале ECTS	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет. зачёт)	Определение
90–100	A	«Отлично» (5) (зачтено)	отлично – отличное выполнение с незначительным количеством неточностей
80–89	B	«Хорошо» (4) (зачтено)	хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%)
75–79	C		хорошо – в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%)
70–74	D	«Удовлетворительно» (3) (зачтено)	удовлетворительно – неплохо, но со значительным количеством недостатков
60–69	E		достаточно – выполнение удовлетворяет минимальные критерии
35–59	FX	«Неудовлетворительно» с возможностью повторной аттестации (2) (не зачтено)	неудовлетворительно – надо поработать над тем, как получить положительную оценку
0-34	F	2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Точечные эффекты и качество полупроводников» включает в себя 1 зачётный модуль, который требует овладения теорией в указанном объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале по следующим критериям:

Зачётные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Самостоятельная работа	50
Экзамен		50
Общий итог		100

К модульному контролю студент должен защитить самостоятельную работу и имеет возможность получить 50 баллов.

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «Точечные эффекты и качество полупроводников», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.04.02 Физика. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. От студента требуется устное изложение ответов на них. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

Оценка за овладение курса выставляется по следующим принципам:

– Оценку «отлично» заслуживает студент, который обнаружил глубокие знания при ответах на теоретические вопросы по темам курса, а также выполнил практические задания в полном объёме и набрал более 90 баллов.

– Оценку «хорошо» заслуживает студент, сделавший ошибки в теоретических или практических ответах, которые могут быть интерпретированы как малосущественные для вопросов, которые рассматривались. Студент должен набрать более 75 баллов.

– Оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, который выполнил задания неполно и с ошибками, но при этом набрал более 60 баллов.

– Оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, который не выполнил большинства теоретических и практических задач и набрал менее 60 баллов.

10. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных и практических занятий** используется аудитория 304 «Компьютерный класс», оборудованная интерактивной доской и мультимедийным проектором.

11. Рекомендованная литература

Основная

1. Хенней Н. Химия твердого тела / Н. Хенней ; пер. с англ. Ю. И. Михайлова, Э. Ф. Хайретдинова ; под ред. В. В. Болдырева. - Москва : Мир, 1971.
2. Дефекты в кристаллах и их моделирование на ЭВМ : [сб. ст.] / АН СССР, Физ.-техн. ин-т им. А.Ф. Иоффе ; [отв. ред. Ю.А. Осипьян]. - Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1980.
3. Новиков И. И. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки : [Учебник для вузов по специальности "Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов"] / И. И. Новиков, К. М. Розин. - М. : Металлургия, 1990.
4. Иванов-Шиц А. К. Ионика твердого тела : [В 2 т.]. Т. 1 / А. К. Иванов-Шиц, И. В. Мурин ; С.-Петерб. гос. ун-т ; Ин-т кристаллографии РАН. - СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000.
5. Хирт Д. П. Теория дислокаций : Пер. с англ. / Д. П. Хирт, И. Лоте ; Под ред. Э. М. Надгорного, Ю. А. Осипьяна. - М. : Атомиздат, 1972.
6. Миркин Л. И. Рентгеноструктурный анализ : Справочное руководство. - М. : Наука, 1976.

Дополнительная

1. П.И. Полухин, С.С. Горелик, В.К. Воронцов. Физические основы пластической деформации. М. «Металлургия», 1982.
2. Современная кристаллография. т.4 Физические свойства кристаллов. Под ред. Б.К.
3. Вайнштейна, М. «Наука», 1981.
4. Ч. Китель. Введение в физику твердого тела. М. «Наука»,1978.
5. Ч.В. Копецкий, А.Н. Орлов, Л.К. Фионова. Границы зерен в чистых материалах. М., «Наука», 1987

12. Информационные ресурсы

1. http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/index.html

13. Программное обеспечение (при наличии)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 2017/18 год. Протокол заседания кафедры №1 от 28 августа 2017г.

Зав.кафедрой ТФ и НТ В.Н.Варюхин

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 2018/19 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08. 2018г.

Зав.кафедрой ТФ и НТ В.Н.Варюхин