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.
МП

Рабочая программа учебной дисциплины

«МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ»

Направление подготовки: **03.04.02** Физика

Профиль подготовки: _____

Образовательный уровень выпускника: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

2

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

_____ Малюк Н.Г.

"16" декабря 2016 г.

Программа учебной дисциплины «Методы исследования структуры твердых тел» 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.

Разработчик:

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

Д. ф.-м. н., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий _____ Петренко А.Г.

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: Учебная дисциплина «**Методы исследования структуры твердых тел»** являются частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» и состоит из одного содержательного модуля и пяти тем.
Учебная дисциплина «**Методы исследования структуры твердых тел**» относится к циклу вариативной части профессионального блока. Основывается на базе дисциплин по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»: Кристаллофизика, теория и методы структурного анализа, Физика твердого тела, Структурообразование и явления переноса в кристаллах и тонких пленках, Электронная микроскопия и рентгенография материалов.

2. Нормативные ссылки *(при необходимости)*

3. Структура дисциплины

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(5)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Вариативная часть				
Формы контроля	Экзамен и МК				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ВПО	**СПО (ускор.)*	ВПО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	6				
Количество часов	216				
Год подготовки	2				
Семестр	3				
Количество часов					
- лекционных	12				
- практических, семинарских	48				
- лабораторных					
- самостоятельной работы	156				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	5				

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

Цель дисциплины «Методы исследования структуры твердых тел» - получить основы знаний теоретическим и прикладным вопросам современных методов исследования твердотельных структур.

Задачи дисциплины «Методы исследования структуры твердых тел»

- изучение основных физических принципов и явлений, лежащих в основе современных методов исследования пленочных гомо-, гетеро- и наноструктур;
- приобретение знаний и умений, позволяющих делать оценку возможности, точности и надежности методов анализа;
- рассмотреть приемы комбинирования методов исследования для извлечения необходимой информации по дефектам, по уровню легирования и распределению примесей по площади и глубине;
- способствовать самостоятельной ориентации студентов на мировые достижения в данной области знаний.

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 использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);

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);

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:

- основополагающие материалы курса, возможности и физические принципы работы исследовательской техники;
- важные достижения в данной области знания, определяющие развитие полупроводниковой микро- и наноэлектроники по публикациям в монографиях, периодических научных журналах и др.изданиях;
- об основных достижениях мирового уровня по современным средствам тонкого анализа поверхности, переходных областей, дефектов в пленочных структурах;
- видеть взаимосвязь и взаимообусловленность методов исследования, технологии производства полупроводниковых структур, разработки приборов на их основе и надежности результатов исследования.

уметь:

- объяснить полученные результаты исследования полупроводниковых структур (контактных площадок, пленок, переходных областей, подложек);
- формировать цели и задачи исследования, составлять план экспериментального исследования структур;
- делать оценку качественного и количественного анализа поверхности, переходных областей, дефектов в пленочных структурах, точности измерений;
- самостоятельно выполнять экспериментальную часть дипломной работы, базируясь на знаниях данного курса и специальных дисциплин.

владеть:

- профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач курса;
- разделами физики, необходимыми для решения задач курса.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1
Тема 1.	Тенденция развития современной технологии микроэлектроники и аналитических средств исследования полупроводниковых структур.
Тема 2.	Физические принципы и аналитические возможности методов ионной спектроскопии.
Тема 3..	Аналитические возможности методов электронной и фотоэлектронной спектроскопии.
Тема 4.	Дифракционные методы исследования материалов электронной техники.
Тема 5.	Зондовые методы исследования.

Курс дисциплины «Методы исследования структуры твердых тел» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. практические занятия;
3. самостоятельная работа студента.

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

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

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 модуля

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1																						
	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.	21	2	9		31																		
Тема 2.	22	2	9		31																		
Тема 3.	22	2	10		31																		
Тема 4.	22	3	10		31																		
Тема 5.	22	3	10		32																		
Итого по содержательному модулю 1	216	12	48		156																		

6. Темы практических занятий

1. Решение задач на нахождение дифракционных рефлексов. Решение задач на поглощение рентгеновского излучения. Выполнение упражнений на нахождение периодов решётки
2. Выполнение упражнений на анализ электронных дифрактограмм и определение структуры поверхности. Выполнение упражнений на моделирование и анализ электронных дифрактограмм
3. Решение задач на расчёт характеристик электронного микроскопа. Решение задач на характеристики растрового электронного микроскопа.
4. Решение задач на предел чувствительности и разрешение электронного микроанализа.
5. Решение задач на расчёт потерь энергии электронов в твёрдом теле.
6. Решение задач на расчёт вероятности Оже-переходов и излучательных переходов.
7. Решение задач на расчёт энергии и вероятности выхода фотоэлектронов.

7. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов по курсу «***Методы исследования структуры твердых тел***» 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. Сферическая и хроматическая аберрации магнитных линз
2. Принцип действия, устройство и режимы работы сканирующего электронного микроскопа.
3. Силы ван-дер-Ваальса. Принцип действия и режимы работы атомно-силового микроскопа.
4. Характеристическое тормозное и синхротронное рентгеновское излучение
5. Дифракция быстрых электронов на отражение и её применение для анализа поверхности.
6. Фотоэффект. Законы сохранения энергии и импульса при фотоэффекте.

8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Общая классификация спектроскопических методов.
2. Энергетическая характеристика участков электромагнитного спектра, используемых в различных спектроскопических методах.
3. Параметры, характеризующие оптическое излучение: длина волны, частота, интенсивность и т.д.
4. Диаграмма энергетических уровней атома и молекулы.
5. Теоретические основы ИК спектроскопии. Колебания и структура молекул.
6. Качественный анализ по ИК – спектрам.
7. Количественный анализ по ИК – спектрам.
8. Современные методы ИК спектроскопии.
9. Параметры спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила прибора.
10. Спектрофотометрия. Анализ многокомпонентных систем.
11. Спектрофотометрия. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе.
12. Классификация методов рентгеновской спектроскопии.
13. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).
14. Рентгенофлуоресцентный метод анализа.

9. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Магистр
Направление подготовки – 03.04.02 «Физика»
Семестр –3
Учебная дисциплина - «Методы исследования структуры твердых тел»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Общая классификация спектроскопических методов..
2. Рентгенофлуоресцентный метод анализа..

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

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

14. 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	«Неудовлетворительно» (2) *(не зачтено)*	неудовлетворительно - с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «***Методы исследования структуры твердых тел***» включает в себя один содержательный модуль. Зачётный модуль состоит из теоретического материала и практических задач, выполнение которых требует овладения теорией в указанном в модуле объёме.

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

Зачётные модули	**Форма контроля**	**Баллы**
Содержательный модуль 1	Самостоятельная работа №1	25
	Самостоятельная работа №2	25
Экзамен		50
Общий итог		100

К модульному контролю студент имеет возможность получить 25 баллов, решив практические упражнения, предложенные для самостоятельной работы.

.

На модульном контроле студент имеет возможность получить еще 25 баллов, решив практические упражнения, предложенные для самостоятельной работы..

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «***Методы исследования структуры твердых тел***», 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.

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения **лекционных и практических занятий** используется учебно-научная лаборатория «Физика полупроводников» ауд. 0016 (ВУП-2К; Форвакуумный насос; Спектрометр СМ - 4А).

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия./Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев -М.: Металлургия, 1982.
2. Игнатенко П.И., Иваницын Н.П. Рентгенография реальних кристаллов. – Донецк: Донецький госуниверситет, 2000.
3. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. / Рентгенографический и электронно-оптический анализ.- М.: МИСИС, 2002.

4. Русаков А.А. Рентгенография металлов.-М.: Атомиздат, 1977.
5. Троцан А.Н., Кушнир М.П. Тонкая структура материалов – Донецк: ДонНУ, 2004.
6. Троцан А.Н., Тимофеева Г.В., Чертопалов С.В. Методические указания к лабораторным работам по спецкурсу «Теория и методы структурного анализа». - Донецк: Дон НУ, 2013.
7. Миркин Л. И. Рентгеноструктурный анализ : Справочное руководство. - М. : Наука, 1976.
8. Троцан А.Н., Чертопалов С.В. Лабораторный практикум по рентгенографии материалов для студентов специальности 6.040203 «Физика». - Донецк:ДонНУ, 2013.

Дополнительная

1. Избранные методы исследования в металловедении/ Под ред. Г.И. Хунгера.- М.: Металлургия, 1985.-416 с.
2. Уманский Я.С. Рентгенография металлов й полупроводников.- М.: Металлургия, 1967.- 368с.

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