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

«ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Направление подготовки: 03.03.02 физика

Профиль подготовки: Общий

Образовательный уровень выпускника: Академический бакалавр

Форма обучения: очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

_____ Малюк Н.Г.

«__16__» _____декабря_____ 2016 г.

М.П.

Программа учебной дисциплины **«ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА»** составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР «04» апреля 2016 г. №284 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., профессор кафедры теоретической физики и нанотехнологий — Иваницын Н.П.

к.физ.-мат. н., доцент, доцент кафедры общей физики и дидактики физики — Головчан А.В.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № _8__ от "__12_" _____декабря___2016 г.

Зав. кафедрой теоретической физики и нанотехнологий — Варюхин В.Н.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики
Протокол № 5 от «17» ноября 2016 г.

Зав. кафедрой общей физики и дидактики физики — Бешевли Б.И.

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. **бласть применения и место дисциплины в учебном процессе:**

Программа учебной дисциплины «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» является частью основной образовательной программы в соответствии с ГОС по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» и состоит из содержательного модуля: «Основы электронно-микроскопического исследования».

Учебная дисциплина «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» принадлежит к вариативной части профессионального блока учебного плана.

Учебная дисциплина «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» основывается на базе дисциплин «Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп», «Математический анализ», «Общая и экспериментальная физика».

2. **Нормативные ссылки** *(при необходимости)*

3. **Структура дисциплины *(модуля)***

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	СПО (ускор.)	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Образовательный уровень:	Академический бакалавр				
Направление подготовки	03.03.02 «Физика»				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	1 (5)				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы [1]	**Профессиональный блок,** Вариативная часть				
Формы контроля	модульный контроль и экзамен				
Показатели	очная форма обучения на базе		**заочная форма обучения на базе*		
	СОО	**СПО (ускор.)*	СОО	СПО (ускор.)	ВПО (ускор.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	3,5				
Количество часов	126				
Год подготовки	4				
Семестр	7				
Количество часов					
- лекционных	42				
- практических, семинарских					
- лабораторных	28				
- самостоятельной работы	56				
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.	5				
аудиторных	5				

СОО – среднее общее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1- в соответствии с ООП (основной образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель изучения дисциплины «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» заключается в получении углубленных знаний в области физических основ метода дифракции электронов для исследования структуры наноструктурированных материалов.

Задача изучения дисциплины «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» предусматривает получение углубленных знаний в области физических методов исследования структуры материалов; систематизацию способов и приемов анализа дифракционных картин, полученных в электронах, усвоение методик определения качественного и количественного фазового анализа, характеристики особенностей структуры нанокристаллических материалов, полученных по различным технологиям, определение типа и концентрации структурных дефектов.

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

общекультурные компетенции (ОК):

- способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОК-6);

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего физики, химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);
- способность 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);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности (ОПК-4);

профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

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

- способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);
- способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5);

организационно-управленческая деятельность:

– способность участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме (ПК-7).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- Принципы формирования электронных дифракционных картин от поликристаллических, монокристаллических и аморфных материалов;
- Механизм формирования двойной дифракции, линий Кикучи, картин муара;
- Прямые, полупрямые и косвенные методы электронно-микроскопического исследования материалов;
- Теорию формирования дифракционного контраста на дефектах структуры материалов;
- Принципы действия и основные характеристики электронных просвечивающих и растровых микроскопов;
- Общие принципы дифракции электронов на материалах и возможности использования ее для анализа структуры наноматериалов;
- Теорию формирования дифракционных картин на дефектах структуры наноматериалов;
- Явления, протекающие при взаимодействии электронов с наноматериалами и положенные в основу анализа их структуры;
- Факторы, влияющие на точность структурного анализа;
- Особенности структурных преобразований, протекающих при пластической деформации и отжиге наноматериалов.

уметь:

- Определять качественный фазовый состав материалов по электронной дифракционной картине;
- Определять тип и степень усовершенствования текстуры;
- Определять уровень макронапряжений в материалах;
- Определять размеры блоков мозаики и величину микродеформаций по размытию дифракционных максимумов;
- Определять тип дефектов упаковки по электронно-микроскопическими изображениями и их концентрацию по сдвигу и размытию дифракционных максимумов;
- Определять степень кристалличности по электронограмме и кристаллографическую ориентацию пленок;
- Получать образцы для электрономикроскопического и электронографического анализов;
- Определять вектор Бюргерса дислокаций;
- Определять структурные изменения в деформированных и отожженных наноматериалах.

владеть:

методами определения качественного фазового состава материалов по электронной дифракционной картине, типа и степени усовершенствования текстуры, размеров блоков мозаики и величину микродеформаций по размытию дифракционных максимумов, степени кристалличности по электронограмме и кристаллографическую ориентацию пленок, вектора Бюргерса дислокаций, структурных изменений в деформированных и отожженных наноматериалах.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
	Содержательный модуль 1. «Основы электронно-микроскопического исследования»
Тема 1.	Основы электронной оптики.
Тема 2.	Электронография моно- и поликристаллических объектов.
Тема 3.	Особенности дифракционной картины в электронных лучах.
Тема 4.	Методы электронно-микроскопического исследования.
Тема 5..	Основные параметры электронно-микроскопического изображения.
Тема 6.	Кинематическая теория дифракционного контраста.
Тема 7.	Изучение дислокационной структуры кристалла.
Тема 8.	Анализ дефектов упаковки.
Тема 9.	Динамическая теория дифракционного контраста.
Тема 10.	Перспективы развития метода электронно-микроскопического исследования.
Тема 11.	Электронно-зондовые методы исследования.

Курс дисциплины «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

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

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (исследования, упражнения, лабораторные работы) 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. защита лабораторных работ;
3. проверка самостоятельных работ;
4. итоговый тест (экзаменационные билеты).

	Содержательный модуль 1 *«Основы электронно-микроскопического исследования»*																						
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	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	Практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	лабораторные	работасамостоятельная	работаиндивидуальная		лекции	практические	работасамостоятельная	работаиндивидуальная
Тема 1. Основы электронной оптики	12	4		2	6																		
Тема 2. Электронография моно- и поликристаллических объектов	12	4		2	6																		
Тема 3. Особенности дифракционной картины в электронных лучах.	12	4		2	6																		
Тема 4. Методы электронно-микроскопического	12	4		2	6																		

исследования.																							
Тема 5. Основные параметры электронно-микроскопического изображения.	12	4		2	6																		
Тема 6. Кинематическая теория дифракционного контраста.	12	4		2	6																		
Тема 7. Изучение дислокационной структуры кристалла.	12	4		2	6																		
Тема 8. Анализ дефектов упаковки	14	4		4	6																		
Тема 9. Динамическая теория дифракционного контраста.	12	4		4	4																		
Тема 10. Перспективы развития метода электронно-микроскопического исследования	8	4		2	2																		
Тема 11. Электронно-	8	2		4	2																		

зондовые методы исследования																							
Итого по содержательному модулю 1	126	42		28	56																		

6. Темы семинарских занятий
Не предусмотрено рабочим планом.

7. Темы практических занятий
Не предусмотрено рабочим планом.

8. Темы лабораторных занятий
1. Расчет электронограмм поликристаллических и монокристаллических образцов.
2. Калибровка электронного микроскопа.
3. Методика приготовления пластиковых и угольных реплик.
4. Приготовление образцов для электронно-микроскопических исследований.
5. Определение зональных напряжений.
6. Определение ориентировки монокристалла по методу ЛАУЭ.
7. Индицирование рентгенограмм от образцов гексагональной сингонии.
8. Индицирование рентгенограмм от образцов кубической сингонии.
9. Приготовление поликристаллических образцов для рентгеноструктурного анализа, установление вещества по данным о межплоскостных расстояниях.
10.Защита рентгеновского излучения и дозиметрия.
11. Применение световой микроскопии для изучения структуры металлов и сплавов. Возможности МИМ -7.

9. Самостоятельная работа
Самостоятельная работа студентов по курсу «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» 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.

10.Индивидуальные задания
Не предусмотрено рабочим планом.

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации
1. История электронной микроскопии. Взаимодействие электронов с веществом. Задачи и особенности электронной микроскопии.
2. Основные понятия: оптическая сила линзы, фокусное расстояние, Параксиальные пучки, стигматические изображения и другие.
3. Движение электронов в электрических и магнитных полях. Закон преломления электронов в электрическом поле. Аналогия и разница между световой и электронной оптикой.
4. Электрические и магнитные электронные линзы. Оптические характеристики магнитных электронных линз. Аберрации электронных линз.
5. Электронография. Геометрия дифракционной картины. Уравнения Лауэ. Уравнения Вульфа-Брега.
6. Применение обратной решетки и построений Эвальда для интерпретации точечных и кольцевых электронограмм.
7. Расчет кольцевых электронограмм.
8. Определение межплоскостных расстояний кристаллов, индексирования электронограмм; определение параметров кристаллических решеток.
9. Получение и индексирования точечных электронограмм.
10. Определение ориентации монокристаллических пленок. Методы уточнения ориентации кристаллов.
11. Исследование структуры аморфных веществ.
12. Дифракция для двойников. Двойная дифракция.

13. Линии Кикучи. Картины муара.
14. Косвенный метод: реплики, оттенения реплик.
15. Полупрямой метод: реплики с включениями. Прямой метод: тонкие пленки и фольги.
16. Контраст в изображении кристаллических объектов.
17. Амплитуда лучей, дифрагированных от совершенного кристалла. Изгибные контуры экстинкции. Контуры толщины экстинкции.
18. Амплитудная фазовая диаграмма. Амплитуда лучей, дифрагированных от несовершенного кристалла.

12. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень образования – Академический бакалавр
Направление подготовки – 03.03.02 «Физика»
Семестр – 7
Учебная дисциплина – «Электронная микроскопия и рентгенография материалов»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Линии Кикучи. Картины муара.
2. Сканирующий туннельный микроскоп. Оже-Электронная микроскопия и рентгенография материалов и спектроскопия.

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

Заведующий кафедрой В.Н. Варюхин
Экзаменатор А.Г.Милославский

14. Критерии оценивания

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» включает в себя два зачётных модуля. Каждый 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	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Содержательный модуль 2		
	Блок лабораторных работ	10
	Самостоятельная работа	15
Экзамен		50
Общий итог		100

К первому модульному контролю студент должен защитить 5 лабораторных работ. *За 1-5* лабораторные работы студент может получить в сумме 10 баллов.

На первом модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

Ко второму модульному контролю студент должен защитить 5 лабораторных работ. За*6-10* лабораторные работы студент может получить по 10 баллов.

На втором модульном контроле студент имеет возможность получить 15 баллов, ответив на вопросы из списка предложенных для самостоятельной работы.

На экзамене студент имеет возможность получить 50 баллов. Основой для получения оценки на экзамене является уровень овладения студентами материала курса «Электронная микроскопия и рентгенография материалов», предусмотренного учебным планом направления подготовки 03.03.02 Физика. Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. От студента требуется устное изложение ответов на них. Ответ на каждый из вопросов оценивается в 25 баллов.

(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

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

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

Для проведения **лабораторных занятий** используется ауд. 304а Учебно-научная лаборатория «Рентгеноструктурного анализа», оборудованная

-Рентгеновским дифрактометром ДРОН-4-07;

- ЭВМ для регистрации сигналов.

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Синдо Д., Оикава Т. Аналитическая просвечивающая Электронная микроскопия и рентгенография материалов.- М.: Техносфера, 2006.- 256с.
2. Куницький Ю.А., Купина Я.І. Електронна мікроскопія. – Київ: Либідь, 1998. – 392 с.
3. Кристаллография, рентгенография и Электронная микроскопия и рентгенография материалов./Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев -М.: Металлургия, 1982.-632 с.
4. Утевский Л.М. Дифракционная Электронная микроскопия и рентгенография материалов в металловедении.- М.: Металлургия, 1973.-583 с.
5. Электронная микроскопия и рентгенография материалов тонких кристаллов./ П. Хирш, А. Хови, Р. Никольсон и др. .-М.: Мир, 1968.-574 с.
6. Электронно-микроскопические изображения дислокаций и дефектов упаковки./ Под ред. В.М. Косевича.- М.: Наука,1976.-228 с.
7. Структура и физические свойства твердого тела. Лабораторный практикум./ Под ред. Л.С. Палатник.- Киев: Вища Школа, 1983.-264 с.
8. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. / Рентгенографический и электронно-оптический анализ.- М.: МИСИС, 2002.-360 с.
10. Троцан А.Н., Кушнир М.П. Тонкая структура материалов – Донецк: ДонНУ, 2004.- С.96-120.

Дополнительная

1. Практические методы в электронной микроскопии /Под ред. О.М. Глоэр.- Л.: Машиностроение, 1980.-375 с.
2. Избранные методы исследования в металловедении/ Под ред. Г.И. Хунгера.- М.: Металлургия, 1985.-416 с.

15. Информационные ресурсы

1. http://e. lanbook.com
2. http:// ru.wikipediarg/wiki
3. http:// www .radiotec.ru/
4. http://portal.main.tpu.ru:7777/SHARED/v/KSN

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017 год. Протокол заседания кафедры

№ ___ от _____

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2018/2019 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.2018

Зав. кафедрой _____ _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2019/2020 год. Протокол заседания кафедры № ___ от ____

Зав. кафедрой _____ _____