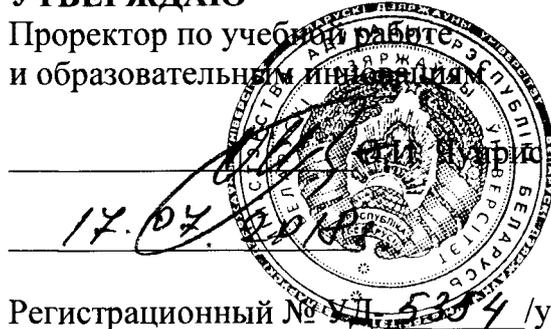


Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

17.04.2018

The image shows a circular official seal of the Belarusian State University. The seal contains the university's name in Belarusian and Russian, along with a central emblem. Overlaid on the seal is a handwritten signature in black ink. Below the signature, the registration number '17.04.2018' is written in blue ink.

Регистрационный № 17.04.2018 /уч.

**ЛАБОРАТОРНЫЙ СПЕЦПРАКТИКУМ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 81 01 – Физика конденсированного состояния**

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 81 01-2012 и учебного плана № G-31-239/уч от 26.05.2017 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.И. Поляк — доцент кафедры физики твердого тела Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики твердого тела физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 12 от 27 июня 2018 г.);

Ученым Советом физического факультета Белорусского государственного университета

(протокол № 12 от 28 июня 2018 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины “Методы исследования структуры материалов” разработана для специальности 1-31 81 01 – Физика конденсированного состояния (компонент УВО).

Цель учебной дисциплины – ознакомление магистрантов с основными методами исследования структуры материалов и их возможностями.

Методы изучения структуры материалов с развитием науки и техники становятся с каждым годом все более разнообразными и прецизионными. Изучение атомно-кристаллического строения позволило во многих случаях вплотную подойти к механизмам структурообразования, знание которых и определяет понимание основного вопроса материаловедения – связи структуры и состава со свойствами материала.

Основные задачи учебной дисциплины – ознакомиться с некоторыми задачами кристаллофизики, диаграммами состояний систем, рентгеноструктурными методами исследования материалов, изучение их микроструктуры, ознакомление с основными методиками атомно-силовой микроскопии, а также знакомство с соответствующей техникой и аппаратурой. Данные задачи выполняются непосредственно при самостоятельной работе с технической литературой, учебными пособиями, справочниками, стандартами и ГОСТами. Курс базируется на дисциплине “Физика твердого тела”.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать:

- основные методы исследования структуры материалов;
- влияние структуры на физические свойства металлов;

уметь:

- осуществлять подбор наиболее эффективных методов исследования, в том числе и взаимодополняющих, при решении поставленных задач;
- работать самостоятельно и повышать свой профессиональный уровень;

владеть:

- организовывать и проводить экспериментальные исследования используемых материалов;
- пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, научно-технической и патентной литературой;
- осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям и проектам;
- организовывать свой собственный труд и взаимодействие с другими исполнителями;
- взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Курс “Методы исследования структуры материалов” разработан для студентов второй ступени обучения физического факультета БГУ по специальности 1-31 81 01 – Физика конденсированного состояния.

В результате изучения дисциплины магистрант должен обладать следующими компетенциями.

Требования к академическим компетенциям магистра

Магистр должен быть способным:

- АК-1. Осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую деятельность (включая анализ, сопоставление, систематизацию, абстрагирование, моделирование, проверку достоверности данных, принятие решений и др.).
- АК-2. Применять методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие постановку и решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, управленческой и инновационной деятельности.
- АК-3. Использовать междисциплинарный подход при решении проблем.
- АК-4. Применять технические устройства и компьютеры для решения профессиональных задач в области физики и техники.
- АК-5. Постоянно повышать свою квалификацию.

Требования к социально-личностным компетенциям магистра

Магистр должен:

- СЛК-3. Анализировать и принимать решения по научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

Требования к профессиональным компетенциям магистра

Магистр должен быть способен:

Научно-педагогическая и учебно-методическая деятельность

- ПК-4. Разрабатывать и использовать современное учебно-методическое обеспечение.

Научно-исследовательская деятельность

- ПК-5. Формулировать и решать задачи в области физического эксперимента.
- ПК-6. Квалифицированно проводить теоретические исследования в области физики конденсированного состояния.
- ПК-7. Использовать новейшие открытия в естествознании, физические основы современных технологических процессов, включая нанотехнологии.
- ПК-8. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Производственно-технологическая деятельность

- ПК-9. Применять знания основ физики конденсированного состояния, методов исследования материалов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.
- ПК-10. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров материалов и технологических процессов их получения.

ПК-11. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, технической и патентной литературой.

ПК-12. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

Организационно-управленческая деятельность

ПК-13. Принимать оптимальные управленческие решения.

ПК-14. Осваивать и реализовывать управленческие инновации в сфере высоких технологий.

Инновационная деятельность

ПК-15. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития физики и техники, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-16. Определять цели инноваций и способы их достижения.

Программа курса составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта. Форма получения высшего образования — очная, дневная. Общее количество часов — 156; аудиторное количество часов — 78. Аудиторные занятия проводятся в виде лабораторных занятий.

Форма отчётности — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Лабораторная работа № 1. Решение кристаллографических задач с помощью сетки Вульфа.

Согласно закону Стено-Ломоносова-Ромэ-Де-Лилля (закону постоянства углов) кристаллы определенного вещества характеризуются своими определенными углами, поэтому измерением углов можно доказать принадлежность исследуемого кристалла к тому или иному веществу. Наиболее удобным и наглядным способом описания кристаллов являются их стереографические проекции, на которых отражаются углы между ребрами и гранями кристалла. Таким образом, можно легко решать многие кристаллографические задачи с помощью специальной измерительной сетки - сетки Вульфа.

2. Лабораторная работа № 2. Построение стандартных проекций кристаллов.

Взаимное расположение граней и ребер кристаллов характеризуется с помощью особых обозначений – символов граней и ребер. Стереографическая проекция полюсов всех важнейших плоскостей кристалла, на которой изображены плоскости с малыми индексами, называется стандартной проекцией (или гномо-стереографической). Построить стандартную проекцию кристаллов можно по углам между нормальными к граням.

3. Лабораторная работа № 3-4. Изучение диаграмм состояний бинарных сплавов.

Диаграмма состояний представляет собой графическое изображение состояний системы и показывает устойчивые состояния, в которых при данных условиях существуют равновесные фазы. Анализ диаграмм состояний позволяет установить фазовый состав сплава при различных температурах, в какой форме эти фазы существуют, а также определить их долю. Диаграммы состояний позволяют правильно выбрать режим термообработки изделия из сплава, а также рекомендовать условия эксплуатации изделий.

4. Лабораторная работа № 5. Изучение структуры и определение содержания углерода в сталях.

Работа заключается в изучении диаграммы состояния сплавов системы Fe – Fe₃C, ознакомлении с устройством работы оптического микроскопа при приобретении навыков работы с микроскопом, изготовления шлифов, освоении металлографического метода определения фаз и концентрации углерода в сталях.

5. Лабораторная работа № 6. Изучение фазовых превращений дифференциальным термическим методом.

Работа состоит в изучении фазовых превращений в металлах и определении температуры полиморфного превращения в кобальте при нагреве и охлаждении.

6. Лабораторная работа № 7. Теоретический расчет дифрактограммы поликристаллов.

Работа состоит в освоении методики теоретического расчета интенсивностей дифракционных линий поликристаллических материалов. Изучаются множители интенсивности.

7. Лабораторная работа № 8. Качественный фазовый анализ.

Работа заключается в проведении качественного фазового анализа поликристаллических образцов на основании экспериментального определения совокупности межплоскостных расстояний металлов с кубической и гексагональной структурой и их сопоставления с табличными значениями.

8. Лабораторная работа № 9. Определение размеров элементарной ячейки.

Работа состоит в определении параметра решетки кубического кристалла с помощью дифракционных линий, записанных при прецизионной съемке. Изучается метод расчета погрешности измерения параметра решетки.

9. Лабораторная работа № 10. Определение типа твердых растворов.

Изучается влияние легирующих добавок на параметр решетки кубических кристаллов и определяется тип твердых растворов по рентгенограммам. На основании изменения параметра решетки определяется тип твердого раствора.

8. Лабораторная работа № 11. Изучение волокнистых текстур с помощью обратных полюсных фигур.

В работе изучается явление текстурирования материалов. На основании построения обратных полюсных фигур рассчитывается полюсная плотность и определяется преимущественная кристаллографическая ориентировка кристаллов после механической обработки.

10. Лабораторная работа № 12-13. Устройство и принцип работы атомно-силового микроскопа. Определение размеров структурных элементов.

Работа заключается в изучении устройства и принципа работы атомно-силового микроскопа, освоении методов математической обработки результатов и определения размеров структурных элементов.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Лабораторная работа № 1. Решение кристаллографических задач с помощью сетки Вульфа.				6		[3,4]	1. Отчет 2. Устный опрос
2	Лабораторная работа № 2. Построение стандартных проекций кристаллов.				6		[3,4]	1. Отчет 2. Устный опрос
3	Лабораторные работы № 3-4. Изучение диаграмм состояний бинарных сплавов.				12		[5]	1. Отчет 2. Устный опрос
4	Лабораторная работа № 5. Изучение структуры и определение содержания углерода в сталях.				6		[5, 8,9]	1. Отчет 2. Устный опрос
5	Лабораторная работа № 6. Изучение фазовых превращений дифференциальным термическим методом.				6		[5, 8,9]	1. Отчет 2. Устный опрос
6	Лабораторная работа № 7. Теоретический расчет дифрактограммы поликристаллов.				6		[1,2,6,7]	1. Отчет 2. Устный опрос
7	Лабораторная работа № 8. Качественный фазовый анализ.				6		[1,2,6,7]	1. Отчет 2. Устный опрос
8	Лабораторная работа № 9. Определение размеров элементарной ячейки.				6		[1,2,6,7]	1. Отчет 2. Устный опрос
9	Лабораторная работа № 10. Определение типа твердых растворов.				6		[1,2,6,7]	1. Отчет 2. Устный опрос
10	Лабораторная работа № 11. Изучение волокнистых текстур с помощью обратных полюсных фигур.				6		[1,2,6,7]	1. Отчет 2. Устный опрос
11	Лабораторные работы № 12-13. Устройство и принцип работы атомно-силового микроскопа. Определение размеров структурных элементов.				12		[10]	1. Отчет 2. Устный опрос

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Формы контроля знаний

1. Устный опрос.
2. Отчеты по лабораторным работам.

Рекомендуемая литература

1. Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В. Дифракционный анализ. Минск. Изд-во БГУ, 2011.
2. Анищик В.М., Елисеева Л.Б., Поляк Н.И., Ходасевич В.В. Задачи и упражнения по дифракционному анализу. Минск. Изд-во БГУ, 2005.
3. М.П.Шаскольская. Кристаллография. –М.: Высшая.школа, 1984. -376 с.
4. А.А.Келли, Г.Гровс. Кристаллография и дефекты в кристаллах. - М.: Мир, 1974. -496 с.
5. Гуляев А.П. Металловедение. М.: Metallургия. 1986, 544 с.
6. Русаков А.А. Рентгенография металлов. М., Атомиздат, 1977.
7. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. и др. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. 1982.
8. Приборы и методы физического металловедения. Ч.1,2. Под ред. Ф.Вейнберга. М. Мир,1974.
9. Микроанализ и растровая электронная микроскопия. Под ред. Ф.Морис, Л.Мени, Р.Тиксье. М., Metallургия, 1985.
10. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Мир, 2004.

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Рекомендуемые разделы для устного опроса

1. Кристаллографические проекции.
2. Пространственные группы симметрии.
3. Диаграмма состояний и ее назначение.
4. Основные типы диаграмм состояний бинарных сплавов.
5. Правило фаз Гиббса.
6. Правило отрезков.
7. Множители интенсивности поликристаллов: структурный множитель, тепловой множитель, фактор Лоренца, атомный множитель.
8. Соотношение Вульфа-Брэггов.
9. Индицирование дифрактограмм кубических кристаллов.
10. Определение параметра решетки кубических кристаллов по известным межплоскостным расстояниям.
11. Типы твердых растворов.
12. Изменение положений дифракционных максимумов кубических кристаллов при формировании твердых растворов.
13. Физические основы дифференциального термического анализа.
14. Текстура, ее виды и влияние на свойства материалов.
15. Устройство и принцип работы атомно-силового микроскопа.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать устные опросы. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине магистрант вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для магистрантов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме протокола выполнения лабораторных работ и устных отчетов по лабораторным работам.

Итоговой оценкой по учебной дисциплине является «зачтено».

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физика твердого тела	Кафедра физики твердого тела		Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № <u>11</u> от <u>16</u> . <u>05</u> .2016_

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
(протокол № ____ от _____ 20__ г.)

Заведующий кафедрой
физики твердого тела
д.ф.-м.н., профессор

_____ В.В. Углов