

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП  
С.А. Тишкова  
«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой физики  
С.А. Тишкова  
«04» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Магнитооптические явления (на английском языке)**

Составитель(-и)	Матвеев Д.Ю., доцент, к.ф.-м.н., доцент кафедры физики;
Направление подготовки / специальность	03.03.02. ФИЗИКА
Направленность (профиль) ОПОП	ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА
Квалификация (степень)	Бакалавр
Форма обучения	очная
Год приема	2023
Курс	4
Семестр	8

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Магнитооптические явления (на английском языке)» являются:

» являются:

Формирование у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики; усвоение основных физических явлений и законов классической и современной физики, методов физического исследования.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- освоение методов научных исследований в магнитооптических явлениях; освоение теории и моделей;
- участие в проведении физических исследований по заданной тематике;
- участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне;
- освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности;
- участие в обработке и анализе полученных с помощью современных информационных технологий;
- знакомство с основами организации и планирования физических исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

### 2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Магнитооптические явления (на английском языке)» относится к циклу элективных дисциплин.

Дисциплина «Магнитооптические явления (на английском языке)» входит в элективную часть (Б1.В.Д.06.01)

Для изучения курса «Магнитооптические явления (на английском языке)» необходимо знать Общую физику и Квантовую теорию в объеме университетских курсов в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Инженерная физика».

Магнитооптические явления (на английском языке) - широко и быстро развивающаяся область физики конденсированного состояния. Часто нелегко бывает даже решить, следует ли относить те или иные вопросы к собственно физике твердого тела или уже к другим, смежным, дисциплинам. Настоящий курс «Магнитооптические явления (на английском языке)» предназначен служить исчерпывающим руководством по экспериментальным и теоретическим вопросам строения вещества. При выполнении практических занятий обратим внимание на то, что все формулы даны в системе единиц Гаусса. Однако численные значения некоторых твердых тел и их характеристик приведены в практических единицах, которые обычно употребляются для этого в литературе (например, подвижности — в единицах  $\text{см}^2/\text{сек}\cdot\text{В}$ ).

### 2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами (модулями):

- *Физика конденсированного состояния, термодинамика, статистическая физика, физическая кинетика*

**Знания:** знать терминологию и основные понятия физики конденсированного состояния.

**Умения:** умение решать задачи по физике металлов, полупроводников и диэлектри-

ков, умение логически, верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.

**Навыки:** иметь навыки расчета сложных моделей структур вещества, владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации;

### 2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

Изучение дисциплины «Магнитооптические явления (на английском языке)» необходимо как предшествующее для дисциплины «Радиоэлектроника», «Компьютерная гидродинамика, теплофизика и прочность».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП по данному направлению подготовки (специальности):

**универсальных (ПК-4):** «Готовность к составлению отчета по выполненному заданию и научных публикаций, к участию во внедрении результатов исследований и разработок».

**профессиональных (ПК-5):** «Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин»;

**Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-4	ИПК-4.1.1 Знать основные требования, предъявляемые к оформлению и содержанию отчетов об исследовательской работе, правила оформления математических формул, таблиц и т.п.	ИПК-4.2.1 Уметь представлять результаты исследовательской работы с использованием электронных средств презентации	ИПК-4.3.1 Владеть навыками подготовки докладов на конференции по результатам проведенных исследований
ПК-5	ИПК-5.1.1 знать фундаментальные понятия, законы и теории, полученные при освоении профильных физических дисциплин.	ИПК-5.2.1 уметь применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.	ИПК-5.3.1 владеть фундаментальными понятиями и законами, полученными при освоении профильных физических дисциплин.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины 4 зачетных единицы или 144 часа, из них 78 часов отводится на самостоятельную работу обучающихся, 66 часов (из них 22 часа лекций и 44 часа практических занятий) отводится на аудиторную работу.

### Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1.	Основные статические тонких магнитных пленок.	8	3	6	-		10	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1
2.	Динамика доменных границ и доменов различной формы.	8	3	6	-		10	
3.	Температурные свойства тонких магнитных пленок.	8	3	6	-		10	
4.	Использование ЦМД-содержащих материалов.	8	3	6	-		10	
5.	Визуализация магнитооптической информации с помощью тонких магнитных пленок.	8	3	6	-		10	Контрольная работа № 2
6.	Базовая конструкция экспериментальной установки.	8	3	6	-		10	
7.	Виртуальный лабораторный практикум.	8	2	6	-		10	
8.	Магнитооптические эффекты и параметры.	8	2	2	-		8	
<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>-</b>		<b>78</b>	<b>Диф. зачет</b>

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам.

**Таблица 3 – Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Раздел, тема	Кол-во	Код компетенции		Общее количество компетенций
Основные статические тонких магнитных пленок.	19	ПК-4	ПК-5	2
Динамика доменных границ и доменов различной формы.	19	ПК-4	ПК-5	2
Температурные свойства	19	ПК-4	ПК-5	2

тонких магнитных пленок.				
Использование ЦМД-содержащих материалов.	19	ПК-4	ПК-5	2
Визуализация магнитооптической информации с помощью тонких магнитных пленок.	19	ПК-4	ПК-5	2
Базовая конструкция экспериментальной установки.	19	ПК-4	ПК-5	2
Виртуальный лабораторный практикум.	18	ПК-4	ПК-5	2
Магнитооптические эффекты и параметры.	12	ПК-4	ПК-5	2
<i>Итого</i>	144	ПК-4	ПК-5	2

### **Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля).**

**Тема 1.** Основные статические тонких магнитных пленок.

**Тема 2.** Динамика доменных границ и доменов различной формы.

**Тема 3.** Температурные свойства тонких магнитных пленок.

**Тема 4.** Использование ЦМД-содержащих материалов.

**Тема 5.** Визуализация магнитооптической информации с помощью тонких магнитных пленок.

**Тема 6.** Базовая конструкция экспериментальной установки.

**Тема 7.** Виртуальный лабораторный практикум.

**Тема 8.** Магнитооптические эффекты и параметры.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения.**

В процессе изучения данной дисциплины студенты готовят рефераты по предложенным темам и защищают их на практических занятиях. С использованием изученных методов решения задач разбирают домашние задачи и представляют их на занятиях. При этом эти задачи имеют профессиональную направленность.

При изучении тем, выносимых на самостоятельную работу необходимо пользоваться следующей литературой:

1. Ансельм А.И., Введение в теорию полупроводников, Физматгиз, М.—Л., 1962.
2. Займан Дж. Принципы теории твердого тела.— М.: Мир, 1974 (2-е изд.)
3. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела.— М.: Высшая школа, 2000.
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела.— М.: Наука, 1978.
5. Джалмухамбетов А.У., Фисенко М.А. Конспекты по курсу «Введение в физику конденсированного состояния» (электронный вариант).— 2014.
6. Сирота, Д.И. Физика твердого тела. Сборник задач с подробными решениями / Д. И. Сирота ; науч. ред. В.И. Попков. - 2-е изд. ; испр. - М. : URSS, 2010. - 182, [2] с. - ISBN 978-5-397-01154-9 : 305-00.

7. Павленко Ю.Г. Задачи по теоретической механике: доп. М-вом образования РФ в качестве учеб. Пособ. для вузов/ Ю.Г. Павленко.-2-е изд.; перераб. Дополн.-М.: Физматлит, 2003.-536с.- ISDN 5-9221-0302-4: 170-17.

К выполнению рефератов предъявляются следующие требования:

- реферат должен быть выполнен самостоятельно, как собственное рассуждение автора на основе информации, полученной из различных источников;
- цель и задачи реферата должны быть четкими и отображать суть исследуемой проблемы;
- содержимое реферата должно соответствовать теме задания и отображать состояния проблемы;
- работа должна содержать обобщенные выводы и рекомендации.

## 5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

**Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во Часов	Формы работы
Тема 1	Основные статические тонких магнитных пленок.	10	<i>Реферат</i>
Тема 2	Динамика доменных границ и доменов различной формы.	10	<i>Доклад</i>
Тема 3	Температурные свойства тонких магнитных пленок.	10	<i>Доклад</i>
Тема 4	Использование ЦМД-содержащих материалов.	10	<i>Доклад</i>
Тема 5	Визуализация магнитооптической информации с помощью тонких магнитных пленок.	10	<i>Реферат</i>
Тема 6	Базовая конструкция экспериментальной установки.	10	<i>Реферат</i>
Тема 7	Виртуальный лабораторный практикум.	10	<i>Доклад</i>
Тема 8	Магнитооптические эффекты и параметры.	8	<i>Доклад</i>

## 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно.

Структура реферата:

- Титульный лист (указывается название образовательного учреждения, тема реферата, название учебного курса, номер группы, форма и курс обучения, Ф.И.О. автора, Ф.И.О. проверяющего, место и год выполнения работы);
- Содержание (содержание включает: введение; наименования всех разделов, подразделов, пунктов и подпунктов основной части задания; выводы; список источников информации);
- Введение (во введении кратко формулируется проблема, указывается цель и задачи реферата);
- Основная часть (состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть реферата);
- Выводы или Заключение (в выводах приводят оценку полученных результатов работы, предлагаются рекомендации);
- Список источников информации (содержит перечень источников, на которые ссылаются в основной части реферата).

К оформлению реферата предъявляются следующие требования: оформляется на листах формата А4, текст печатается на одной стороне листа через полтора интервала; параметры шрифта: гарнитура шрифта - Times New Roman, начертание - обычный, кегль шрифта - 14 пунктов; выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки -1,25 см, межстрочный интервал - Полуторный; поля страницы: верхнее и нижнее поля – 20 мм, размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 6.1. Образовательные технологии

Формы учебных занятий:

1) лекция, с использованием компьютерных и технических средств, направленная на приобретение студентами новых теоретических знаний;

2) практическое занятие по расчету математических задач на основании теоретических знаний, направленное на приобретение умений по расчету математических моделей;

3) контрольная работа, направленная на определение уровня освоения дисциплины.

Образовательные технологии: интерактивные лекции, анализ ситуаций, равный обучает равного, тематические дискуссии.

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Основные статические тонких магнитных пленок.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Динамика доменных границ и доменов различной формы.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Температурные свойства тонких магнитных пленок.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Использование ЦМД-содержащих материалов.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Визуализация магнитооптической информации с помощью тонких магнитных пленок.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Базовая конструкция экспериментальной установки.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ</i>	<i>Не предусмотрено</i>

		<i>конкретных ситуаций</i>	
Виртуальный лабораторный практикум.	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Магнитооптические эффекты и параметры.	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>

## 6.2. Информационные технологии

### *Интернет-ресурсы:*

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <a href="https://minobrnauki.gov.ru">https://minobrnauki.gov.ru</a>
Министерство просвещения Российской Федерации <a href="https://edu.gov.ru">https://edu.gov.ru</a>
Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодёжь) <a href="https://fadm.gov.ru">https://fadm.gov.ru</a>
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) <a href="http://obrnadzor.gov.ru">http://obrnadzor.gov.ru</a>
Информационно-аналитический портал государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» <a href="http://zhit-vmeste.ru">http://zhit-vmeste.ru</a>
Российское движение школьников <a href="https://рдш.рф">https://рдш.рф</a>

### *Электронно-библиотечные системы:*

Электронная библиотечная система IPRbooks

[www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

Электронно-библиотечная система BOOK.ru

<https://book.ru>

Образовательная платформа ЮРАЙТ,

<https://urait.ru/>

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»  
<https://biblio.asu.edu.ru> Учётная запись образовательного портала АГУ

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

### 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением

#### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com> Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU

Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com)

Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>

Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>

Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек <http://mars.arbicon.ru>

Справочная правовая система КонсультантПлюс.

Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила <http://www.consultant.ru>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Магнитооптические явления (на английском языке)» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Основные статические тонких магнитных пленок.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 1
2.	Динамика доменных границ и доменов различной формы.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 1
3.	Температурные свойства тонких магнитных пленок.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 1
4.	Использование ЦМД-содержащих материалов.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 1
5.	Визуализация магнитооптической информации с помощью тонких магнитных пленок.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 2
6.	Базовая конструкция экспериментальной установки.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 2
7.	Виртуальный лабораторный практикум.	ПК-4, ПК-5	САМ РАБОТА № 2
8.	Магнитооптические эффекты и параметры.	ПК-4, ПК-5	ДИФ. ЗАЧЕТ

### 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

#### Типы контроля для оценивания результатов обучения.

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются устные ответы на вопросы, экзамен.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений** и **владений** используются контрольные работы, экзамен.

**Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопро-

	сы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 7**

**Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

**7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)**

**Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен**

**Вопросы к экзамену**

1. Строение атома. Модели атома. Достоинства и недостатки моделей.
2. Рентгеновское излучение. Закон Мозли
3. Волновые свойства частиц. Экспериментальное доказательство корпускулярно-волнового дуализма. Гипотеза де-Бройля.
4. Принцип неопределенности Гейзенберга. Физический смысл.
5. Межатомные силы, общая характеристика. Межмолекулярное взаимодействие в конденсированных системах. Типы связей в кристаллах. Ковалентная и ионные кристаллы. Металлы. Молекулярные кристаллы. Водородная связь.

6. Энергия связи атомов в твердом теле и ее оценка для различных типов связей. Постоянная Маделунга. Постоянные упругой связи атомов.
7. Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия кристаллической решетки. Точечные и пространственные группы.
8. Кристаллические структуры. Решетки Браве, решетки с базисом. Вектор решетки. Выбор базисных векторов. Объем элементарной (примитивной) ячейки. Ячейка Вигнера-Зейтца.
9. Кристаллические решетки кубической симметрии. Простая кубическая, объемно-центрированная и гранецентрированная решетки. Плотность упаковки.
10. Кристаллическая структура наночастиц.
11. Определение индексов и направлений плоскостей кристаллов. Индексы Миллера.
12. Зонная структура. Типы кристаллических тел: металлы и диэлектрики. Полупроводники и полуметаллы.
13. Статистика Ферми электронного газа. Электронная теплоемкость.
14. Электропроводность металлов, понятие об электрон-фононном взаимодействии. Время релаксации.

### Контрольная работа № 1

1. Найти число орбиталей для энергетического состояния  $5f$ .
2. Оценить пространственное разрешение на рентгеновской топограмме снятой по методу Ланга. Излучение  $MoK\alpha_1$  ( $\lambda=0,70926\text{Å}$ ), расстояние образец - фотопластинка  $l=10\text{мм}$ , размеры источника  $\Delta x=30\text{мкм}$ , расстояние источник - щель  $L=450\text{мм}$ , используемое отражение (220), фурье-компонента поляризуемости кристалла для этого случая  $\chi_{(220)}=(2.04+i0.017)10^{-6}$ .

### Контрольная работа № 2

1. Написать индексы Миллера для плоскости, содержащей узлы с индексами  $[[200]]$ ,  $[[010]]$  и  $[[001]]$ . Решетка кубическая, примитивная.
2. Удельная электропроводность и коэффициент Холла для арсенида индия равны соответственно  $\sigma = 4 \cdot 10^2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$  и  $R_H = 10^{-2} \text{ м}^3/\text{Кл}$ . Считая, что проводимость осуществляется носителями одного сорта, определить их концентрацию и подвижность.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-4. «Готовность к составлению отчета по выполненному заданию и научных публикаций, к участию во внедрении результатов исследований и разработок»				

1.	Задание закрытого типа	<p>Носители заряда при электронной примесной электропроводности полупроводников возникают за счет переноса электронов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) с донорного уровня в зону проводимости;</li> <li>2) из валентной зоны на акцепторный уровень;</li> <li>3) из зоны проводимости в валентную зону;</li> <li>4) из валентной зоны в зону проводимости.</li> </ol>	<i>1</i>	<i>1</i>
2.		<p>При собственной электропроводности полупроводников носителями заряда являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) только электроны;</li> <li>2) только дырки;</li> <li>3) дырки и электроны, концентрация электронов больше;</li> <li>4) дырки и электроны, концентрации одинаковы.</li> </ol>	<i>4</i>	<i>1</i>
3.		<p>При примесной дырочной проводимости энергия активации носителей равна энергетическому расстоянию:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) от валентной зоны до акцепторного уровня;</li> <li>2) от донорного уровня до зоны проводимости;</li> <li>3) от акцепторного уровня до донорного уровня;</li> <li>4) ширине запрещенной зоны.</li> </ol>	<i>1</i>	<i>1</i>
4.		<p>Какие эффекты и эксперименты позволяют определять тип примесной проводимости полупроводников:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Пельтье;</li> <li>2) Томсона;</li> <li>3) Зеебека;</li> <li>4) возникновение поперечной разности температур.</li> </ol>	<i>3,4</i>	<i>1</i>
5.		<p>Для измерения индукции магнитного поля часто используют эффект:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Холла</li> <li>2) Зеебека</li> <li>3) Пельтье</li> <li>4) Керра</li> </ol>	<i>1</i>	<i>1</i>

6.	<i>Задание открытого типа</i>	В соответствии с теорией БКШ в классических сверхпроводниках реализуются:	электрон-электронные взаимодействия	1
7.		Носителями заряда в полупроводниках при собственной проводимости могут быть:	Электроны и дырки в равных концентрациях	1
8.		При протекании тока через образец вещества, в котором имеется градиент температуры, тепло выделяется или поглощается за счет эффектов:	Пельтье	1
9.		Сильное магнитное поле:	разрушает состояние сверхпроводимости в	1
10.		Каков статистический смысл уровня Ферми при абсолютном нуле температур?	Вероятность заполнения электронами которого равна примерно 50%	1

- ПК-5. «Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин»;

1.	<i>Задание закрытого типа</i>	Крупные одиночные кристаллы называются: 1) монокристаллы 2) поликристаллы 3) жидкие кристаллы 4) аморфные кристаллы	1	1
2.		Твердые тела делятся на две группы: 1) Анизотропные и аморфные 2) Кристаллические и аморфные 3) Изотропные и аморфные 4) Изотропные и кристаллические	2	1
3.		К аморфным телам относятся: 1) металлы 2) пластмасса 3) резина 4) жидкости	2	1
4.		К кристаллам относятся: 1) крупинки сахара 2) стекло 3) пластмасса 4) бензин	1	1
5.		Деформации, которые полностью исчезают после снятия деформирующих факторов называются:	2	1

		5) пластическими 6) упругими 7) жесткими 8) всеми выше перечисленными		
6.	<i>Задание открытого типа</i>	Переход тела из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое:	сублимацией	1
7.		Свойство разрушения при небольших деформациях называется:	хрупкостью	1
8.		У каких материалов отсутствует область упругих деформаций?	воск, глина, пластилин	1
9.		Способность выдерживать нагрузки без разрушения называется:	прочность	1
10.		Деформация тел связана с изменением их: - Внутренней энергии - Потенциальной энергии - Взаимодействия - Массы	Внутренней энергии, так как при изменении внутренней энергии изменяется расстояние между атомами, что в свою очередь ведет за собой изменение объема	1

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

**Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	Самостоятельные работы (опрос)	8/5	40	В течении семестра
<b>Всего</b>			<b>40</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
2.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)	5/1	5	В течении семестра
3.	Своевременное выполнение заданий	-	5	
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>Дополнительный блок</b>				
4.	ЭКЗАМЕН		50	

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Всего</b>			<b>50</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

**Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)**

Показатель	Балл
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-3
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-1
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-1
Не своевременное выполнение задания	-2
Нарушение техники безопасности	-1

**Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)**

Сумма баллов	Оценка по 5-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Основная литература**

1. Введенский В.Ю., Физические методы исследования: Магнитные свойства: Курс лекций [Электронный ресурс] / Введенский В.Ю., Лилеев А.С. - М. : МИСиС, 2010. – 143 с.- ISBN 978-5-87623-318-9/ - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233189.html> (ЭБС «Консультант студента»);
2. Иродов, И.Е. Атомная и ядерная физика : Сборник задач: Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. пособ. для студентов физических специальностей вузов. - 8-е изд ; испр. - СПб. : Лань, 2002. - 288 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 5-9511-0001-1: 77-99 : 77-99. Кол-во экз.: 3;
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Т. 5. Атомная и ядерная физика : рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. пособ. для вузов. - 2 - е изд. - М. : Физматлит МФТИ, 2002. - 784 с. - ISBN 5-9221-0230-3: 218-79 : 218-79. Кол-во экз.: 8;

4. Kittel C. Introduction to Solid State Physics / Charles Kittel. – 8th ed –New York : Wiley, 2005. – 682 p. – ISBN 0-471-41526-X.
5. Гегузин Я. Е. Живой кристалл / Я. Е. Гегузин. – 3-е изд. – Долгопрудный : Интеллект, 2014. – 216 с.

## **8.2. Дополнительная литература**

1. Калистратова Л. Ф. Основы физики твердого тела : конспект лекций / Л. Ф. Калистратова, С. В. Данилов, В. И. Суриков, Н. П. Калистратова. – Омск : ОМТГУ, 2010 – 63 стр.
2. Шевченко О. Ю. Основы физики твердого тела : учебное пособие / О. Ю. Шевченко. – СПб : СПбГУ ИТМО, 2010. – 76 с.
3. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. – 4-е изд., стер. – СПб : Лань, 2011. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-1001-9. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
4. Румянцев А. В. Введение в физику конденсированного состояния вещества : учебное пособие / А. В. Румянцев. – Калининград : БФУ им. И. Канта, 2012. – 118 с. – ISBN 978-5-9971-0221-0.
5. Морозов А. И. Элементы современной физики твердого тела /А. И. Морозов. – Долгопрудный : Интеллект, 2015. – 213 с. – ISBN 978-5-91559-191-1.
6. Конюхов В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2018. – 226 с. – ISBN 978-5-534-05475-0. – (Университеты России).
7. Никитенков Н. Н. Технология конструкционных материалов. Анализ поверхности методами атомной физики : учебное пособие / Н. Н. Никитенков. – М. : Юрайт, 2018. – 202 с. – ISBN 978-5-9916-6528-5. – (Университеты России).
8. Poole C. P. Jr. Chemical Bonding in Semiconductor Physics / C. P. Poole Jr., H. A. Farach, K. Boer (ed.). – New York : Wiley, 2001. – Vol. 1, Chap. 2. – 539 p. – ISBN 978-0-470-06740-6.
9. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. – 3-е изд. – Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 296 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – (Учебник для высшей школы). – Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". – ISBN 978-5-9963-2960-1.
10. Poole C. P. Jr. Introduction to nanotechnology / C. P. Poole Jr., F. J. Owens. – New Jersey : Wiley Interscience, 2003. – 389 p. – ISBN 0-471-07935-9

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Разработаны презентации по темам лекционных занятий. Подготовлен ряд демонстраций видеозаписей физических экспериментов.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).