

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский



» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Физика конденсированного состояния

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Садыков Э.К.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Природу и характер колебательного движения атомов в кристалле, квантовый характер электронных состояний в кристалле (волновая природа, принцип Паули), классические и квантовые модели движения магнитных моментов в магнитных кристаллах. Законы дисперсии для возбуждений в твердых телах, полуклассические уравнения движения для электронов в кристалле, явления переноса во внешних полях, смысл внутренней энергии в твердых телах, теплоемкость. Экспериментальные проявления квантового характера движений на микроскопическом уровне (в частности, эффекты вырождения электронного газа) в твердых телах.

Должен уметь:

Производить оценку энергии элементарных возбуждений. Интерпретировать формирование отклика на внешний сигнал для различных методов физического эксперимента с учетом элементарных возбуждений. Различать особенности экспериментов, использующих дифракционный или резонансный принцип.

Должен владеть:

Методами расчетов и представлением о принципе работы базовых измерительных приборов, необходимых для проведения простейших экспериментов, что должно обеспечиваться такими структурными элементами программы как решение задач. Представлениями зонной теории электронных и колебательных состояний в кристалле, знанием экспериментальных результатов, объяснение которых возможно только при условии привлечения квантовой теории. Знаниями основных экспериментальных методов физики твердого тела: рентгеноструктурного анализа, ядерно-физических методов исследования твердых тел (метод дифракции нейтронов, мессбауэровской спектроскопии). Эти способности приобретаются в процессе самостоятельных занятий при подготовке к семинарским занятиям.

Должен демонстрировать способность и готовность:

Оперировать представлениями зонной теории электронных и колебательных состояний в кристалле, об экспериментальных результатах, объяснение которых возможно только при условии привлечения квантовой теории.

Демонстрировать знание основных экспериментальных методов физики твердого тела: рентгеноструктурного анализа, ядерно-физических методов исследования твердых тел (метод дифракции нейтронов, мессбауэровской спектроскопии). Эти способности приобретаются в процессе семинарских занятий..

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.17 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные разделы физики твёрдого тела.	6	4	0	0	2
2.	Тема 2. Электронная структура твердых тел.	6	7	0	4	4
3.	Тема 3. Статистика носителей в полупроводниках.	6	7	3	9	6
4.	Тема 4. Колебательное движение в твердых телах.	6	7	3	7	6
5.	Тема 5. Вычисление электропроводности в полупроводниках и в металлах.	6	5	3	0	6
6.	Тема 6. Квантование колебаний решетки.	6	5	3	6	8
7.	Тема 7. Температурное поведение теплоемкости твердых тел.	6	2	3	0	2
8.	Тема 8. Классификация твердых тел по их магнитным свойствам.	6	7	3	10	2
9.	Тема 9. Оптические свойства твердых тел.	6	4	0	0	0
10.	Тема 10. Электрическая доменная неустойчивость в полупроводниках.	6	2	0	0	0
11.	Тема 11. Физика твердого тела в развитии: актуальные области исследования.	6	4	0	0	0
	Итого		54	18	36	36

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Основные разделы физики твёрдого тела.

Классификация твердых тел по типу связи между атомами. Симметрия кристаллических решеток. Обратная решетка.

## **Тема 2. Электронная структура твердых тел.**

Электронные состояния в кристалле. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Блоховские состояния. Зона Бриллюэна. Закон дисперсии. Эффективная масса. Скорость электрона. Квазиимпульс электрона. Скорость изменения квазиимпульса. Полуклассическая модель динамики электронов в кристалле. Метод эффективной массы. Примесные уровни. Примесные зоны. Классификация твердых тел по электропроводности.

Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Блоховские состояния. Закон дисперсии. Эффективная масса. Классификация твердых тел по электропроводности

Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение. Блоховские состояния. Закон дисперсии. Эффективная масса. Классификация твердых тел по электропроводности

## **Тема 3. Статистика носителей в полупроводниках.**

Статистика носителей в полупроводниках. Функция плотности состояний. Концентрация носителей. Вырожденное и невырожденное распределение носителей. Явления переноса, Кинетическое уравнение Больцмана. Анализ кинетического уравнения Больцмана. Интеграл столкновений. Приближение релаксации. Время релаксации импульса. Механизмы рассеяния носителей. Электропроводность. Зависимость подвижности от температуры.

## **Тема 4. Колебательное движение в твердых телах.**

Колебания решетки. Модель Эйнштейна и модель Дебая для колебательного движения. Акустические и оптические ветви колебаний. Квантование решеточных колебаний. Фононы. Закон дисперсии для фононов. Модель Дебая.

### **Тема 5. Вычисление электропроводности в полупроводниках и в металлах.**

Особенности проводимости в полупроводниках и металлах. Вырождение электронного газа. Статистика электронов в металле. Зависимость уровня Ферми от температуры в металлах. Электронная теплоемкость в металлах. Соотношения и явления, свидетельствующие о вырождении электронного газа.

### **Тема 6. Квантование колебаний решетки.**

Нулевые колебания. Квантовые кристаллы.

Акустоэлектрический эффект. Фононы и их взаимодействие с электронами.

Квантование колебаний решетки. Фононы. Операторы рождения, оператор числа фононов, оператор смещения. Выражение для энергии колебаний кристалла. Представление вторичного квантования.

### **Тема 7. Температурное поведение теплоемкости твердых тел.**

Решеточная теплоемкость. Поведение решеточной теплоемкости твердых тел с температурой. Закон Дебая. Температура Дебая, как важная характеристика кристалла. Соотношение между решеточной теплоемкостью и электронной теплоемкостью.

### **Тема 8. Классификация твердых тел по их магнитным свойствам.**

Магнетизм твердых тел: парамагнетизм, диамагнетизм, состояние магнитного упорядочения. Магнитная восприимчивость. Модель Вейсса. Типы магнитного упорядочения. Магнитные возбуждения? спиновые волны, методы исследования магнетизма твердых тел. Физические принципы элементов памяти на магнитных материалах.

Классификация твердых тел по их магнитным свойствам. Магнитное упорядочение. Модель Вейсса. Температура Кюри. Спиновые волны. Доменная структура. Стенки Блоха.

### **Тема 9. Оптические свойства твердых тел.**

Оптические свойства твердых тел. Коэффициент поглощения в полупроводниках (межзонные переходы). Прямые оптические переходы. Полупроводники с прямой зонной структурой. Твердотельные излучатели: инжекционные лазеры, светодиоды. Условие инверсии в полупроводниках. Пороговый ток. Гетеропереходы в инжекционных лазерах. Электронное и оптическое ограничение. Квантовый выход, КПД инжекционных диодов.

### **Тема 10. Электрическая доменная неустойчивость в полупроводниках.**

Нарушение закона Ома в сильных полях. Электрическая доменная неустойчивость в полупроводниках. Горячие электроны. Электронная температура. Дрейфовый механизм неустойчивости. Концентрационный механизм. Эффект Ганна, генераторы Ганна.

### **Тема 11. Физика твердого тела в развитии: актуальные области исследования.**

Современные материалы: новые представления, новые структуры. Функциональные возможности полупроводниковых и магнитных гетероструктур. Представление о топологических диэлектриках.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Информационно-аналитическая система продвижения образовательных продук - <http://nano.fcior.edu.ru/card/27564/lekcii-po-discipline-sovremennye-problemy-fiziki-kondensirovannogo-sostoyaniya-veshestva>

МГУ им. Ломоносова - [shg.phys.msu.ru/educat/cond\\_mat/notes.html](http://shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html)

МГУ им. Ломоносова - [www.nanometer.ru/2010/04/03/msu\\_210223.html](http://www.nanometer.ru/2010/04/03/msu_210223.html)

нанотехнологическое сообщество Нанометр - [http://www.nanometer.ru/2010/04/03/msu\\_210223.html](http://www.nanometer.ru/2010/04/03/msu_210223.html)

НИИЯФ МГУ им. Ломоносова - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html#%D1%81>

Образовательный проект А.Н. Варгина - [www.ph4s.ru/book\\_ph\\_tvteho.html](http://www.ph4s.ru/book_ph_tvteho.html)

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**



Методические указания сводятся к простому соблюдению правил освоения любой учебной дисциплины. 1. главное - теоретический материал; 2.

Можно выделить несколько видов самостоятельной работы аспирантов при изучении данной дисциплины.

Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции аспиранту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:

Понять и запомнить все новые определения.

Найти в сети Интернет указанные ссылки и провести действия, рекомендованные преподавателем.

Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.

При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами.

Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучать по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.

- постановка проблемы;
- варианты решения;
- аргументы в пользу тех или иных вариантов решения.

На основе выделения этих элементов проще составлять собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу.

При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <http://dic.academic.ru>.

Письменная работа.

В тестовых заданиях в каждом вопросе - 2-5 вариантов ответа, из них правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее правильный.

Работа на практических занятиях предполагает активное участие в обсуждении рассматриваемых вопросов. При подготовке к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем на лекциях, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Тогда будет проще составить собственную аргументированную позицию по рассматриваемому вопросу. Практические задания выдаются преподавателем и предполагают самостоятельное решение. Однако при необходимости можно посоветоваться с преподавателем.

При написании рефератов в материале следует выделить небольшое количество (не более 5) заинтересовавших Вас проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться чёткого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов. Реферат должен быть представлен в виде презентации с письменным сопровождением.

Представление реферата предусматривает ответы на вопросы преподавателя и аудитории. Оценка за реферат выставляется в соответствии с глубиной и широтой изучения конкретной темы, аргументированностью и адекватностью ответов.

При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые указаны в списке литературы. В каждом билете на зачете содержится два

вопроса.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.17 Физика конденсированного состояния

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Матухин, В.Л. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2010. ? 224 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/262> ? Загл. с экрана.
2. Брандт, Н.Б. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. [Электронный ресурс] / Н.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2010. ? 632 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59598> ? Загл. с экрана.
3. Ансельм, А.И. Введение в теорию полупроводников. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2016. ? 624 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71742> ? Загл. с экрана.

**Дополнительная литература:**

1. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 288 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2023> ? Загл. с экрана.
2. Шалимова, К.В. Физика полупроводников. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2010. ? 384 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/648> ? Загл. с экрана.
3. Прудников, В.В. Квантово-статистическая теория твердых тел. [Электронный ресурс] / В.В. Прудников, П.В. Прудников, М.В. Мамонова. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2016. ? 448 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72587> ? Загл. с экрана.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.17 Физика конденсированного состояния

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.