

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: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## 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) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Воронина Е.В. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), Elena.Voronina@kpfu.ru

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные типы конденсированных сред, симметричную классификацию кристаллических решеток, основные типы структурных дефектов, элементы теории упругости; особенности классического и квантово-механического описания электронного газа, основные термодинамические и кинетические характеристики и электромагнитные свойства электронного газа; методы описания динамики решеток, основные типы колебаний решетки и их физические проявления; свойства и основные типы сверхпроводников, макро- и микроскопические модели сверхпроводимости

Должен уметь:

определить структуру простейших решеток по данным рентгеноструктурного анализа; рассчитать термодинамические и кинетические характеристики квантового электронного газа; уметь выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать задачи; использовать полученные знания при решении профессиональных задач, связанных со свойствами твердого тела

Должен владеть:

обладать навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий; методами научных исследований; освоить теорию и модели;

навыками в проведении физических исследований по заданной тематике;

Должен демонстрировать способность и готовность:

иметь навыки:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- проведения физического эксперимента.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 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 - 54 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 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. Типы твердых тел, типы связи	6	2	2	0	6
2.	Тема 2. Кристаллическая решетка. Элементы симметрии. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.	6	4	2	6	6
3.	Тема 3. Динамика кристаллической решетки.	6	6	2	0	6
4.	Тема 4. Модель свободных электронов. Теория металлов Зоммерфельда. Элементы зонной теории. Приближения слабо и сильно связанных электронов. Оптические свойства.	6	8	2	10	6
5.	Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Полупроводники.	6	10	4	10	6
6.	Тема 6. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм.	6	8	2	4	6
7.	Тема 7. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Антиферромагнетизм. Доменная структура.	6	6	0	0	6
8.	Тема 8. Сверхпроводимость. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.	6	6	2	6	6
9.	Тема 9. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ Упругие свойства кристаллов	6	4	2	0	6
	Итого		54	18	36	54

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Типы твердых тел, типы связи

Ионная, ковалентная и ван-дер-ваальсова связи. Промежуточные типы связей. Металлическая связь. Водородная связь. Характерные энергии связи.

##### Тема 2. Кристаллическая решетка. Элементы симметрии. Решетки Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.

Элементы симметрии. Решетки Браве. Базис кристаллической решетки. Примитивная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца. Кристаллографические направления и плоскости. Обратная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.

### **Тема 3. Динамика кристаллической решетки.**

Динамика решетки. Адиабатическое приближение. Энергия кристаллической решетки. Роль трансляционной инвариантности. Колебания линейных цепочек. Общая классификация колебательных мод. Акустические и оптические колебания. Колебания неидеальных решеток, локальные моды. Квантование колебаний решетки. Фононы. Энергия, импульс и квазиимпульс фонона. Экспериментальные методы определения фононного спектра. Рассеяние нейтронов. Бесфононное, однофононное и двухфононное рассеяние. Рассеяние электромагнитного излучения. Рассеяние рентгеновского излучения. Бриллюэновское и мандельштам-рамановское рассеяние.

### **Тема 4. Модель свободных электронов. Теория металлов Зоммерфельда. Элементы зонной теории. Приближения слабо и сильно связанных электронов. Оптические свойства.**

Теория металлов Друде. Статическая электропроводность. Теплопроводность. Закон Видемана-Франца. Эффект Холла, постоянная Холла. Теплоемкость. Теория металлов Зоммерфельда. Уравнение Шредингера для свободных электронов. Граничное условие Борна-Кармана. Элементы зонной теории. Понятие о самосогласованном поле в кристаллах. Квантовая механика частицы в пространственно-периодическом поле. Блоховские волновые функции. Квазиимпульс. Зоны Бриллюэна. Закон дисперсии электронов в кристаллах: общие свойства, разрешенные и запрещенные зоны. Движение электронов в кристалле под действием внешних электрических и магнитных полей. Поверхность Ферми. Энергетическая щель. Природа энергетической щели. Электронные, дырочные и открытые орбиты. Квантование орбит электрона во внешнем постоянном магнитном поле. Уровни Ландау для свободных электронов в магнитном поле. Уровни Ландау для блоховских электронов.

### **Тема 5. Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Полупроводники.**

Полупроводники и диэлектрики, сегнетоэлектрики. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Электроны и дырки. Полупроводники с прямой и непрямой щелью. Оптическая и термическая активация. Легирование полупроводников. Доноры и акцепторы. Энергия примесных состояний. Полупроводниковые сверхрешетки. Квантование спектра. Системы пониженной размерности. Квантовый эффект Холла.

### **Тема 6. Намагниченность и восприимчивость. Диамагнетизм. Парамагнетизм.**

Намагниченность и восприимчивость. Гамильтониан взаимодействия атомов и молекул с магнитным полем, расщепление уровней. Диамагнетизм. Формула Ланжевена для диамагнитной восприимчивости. Связь Рассела-Саундерса. Правила Хунда. Парамагнетизм. Восприимчивость атомов с частично заполненной оболочкой. Парамагнетизм Ван Флека. Ланжевенский парамагнетизм. Функции Бриллюэна и Ланжевена. Закон Кюри. Примеры: Редкоземельные ионы и ионы переходных элементов. Расщепление уровней внутрикристаллическим полем. Замораживание орбитального углового момента. Спиновый парамагнетизм Паули. Диамагнетизм Ландау.

### **Тема 7. Ферромагнетизм. Обменное взаимодействие. Антиферромагнетизм. Доменная структура.**

Ферромагнетизм. Понятие об обменном взаимодействии. Обменный интеграл. Магнитные домены. Спиновые волны - магноны. Антиферромагнетизм. Доменная структура. Ферромагнитные домены. Движение границ при намагничивании, эффект Баркгаузена. Техническое и истинное насыщение, гистерезис, остаточная намагниченность, коэрцитивная сила, потери энергии, магнитомягкие и магнитожесткие материалы. Магнитная анизотропия, направления легкого и трудного намагничивания. Наведенная, обменная, поверхностная анизотропия.

### **Тема 8. Сверхпроводимость. Туннельные эффекты в сверхпроводниках.**

Сверхпроводимость. Эффект Мейсснера. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Вихри Абрикосова. Эффект Джозефсона. Высокотемпературные сверхпроводники. Уравнение Лондонов. Основные идеи теории Бардина-Купера-Шриффера. Электронные пары. Теория Гинзбурга-Ландау.

### **Тема 9. ДЕФЕКТЫ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ Упругие свойства кристаллов**

Точечные дефекты. Дислокации. Основные типы дислокаций. Движение дислокаций. Дислокационные структуры. Источники Франка-Рида. Упругие свойства кристаллов Малоугловые границы. Высокоугловые границы

## **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 №14-55-996ин/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

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

Научно-образовательный центр по нанотехнологиям МГУ - <http://nano.msu.ru/research/seminars/condensed>

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

## **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 планируемому результату 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)**

Интернет-каталог on-line курсов -

[https://www.coursera.org/?utm\\_medium=email&utm\\_source=other&utm\\_campaign=notifications.auto.7F14gZ3wEeeZeg7kw5nH](https://www.coursera.org/?utm_medium=email&utm_source=other&utm_campaign=notifications.auto.7F14gZ3wEeeZeg7kw5nH)

Информационно-аналитическая система продвижения образовательных продуктов -

<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)

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\\_tv\\_telo.html](http://www.ph4s.ru/book_ph_tv_telo.html)

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

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 изучить 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.

Специализированная лаборатория.

#### **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 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.19 Физика конденсированного состояния

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

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-369-00967-3  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363421>

2. Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. ? Электрон. дан. ? М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 296 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/70766>

3. Матухин, В.Л. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Л. Матухин, В.Л. Ермаков. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2010. ? 224 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/262> ? Загл. с экрана.

**Дополнительная литература:**

1. Епифанов, Г.И. Физика твердого тела. [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2011. ? 288 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2023>

2. Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. 'Физика конденсированного состояния' [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 47 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=417650>.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.19 Физика конденсированного состояния

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

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.