

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волкова Валентина Ивановна
Должность: декан Физико-технического факультета
Дата подписания: 17.06.2026 16:21:05
Уникальный программный ключ:
c973b0192bb96e0e4a132bd03e033754508b4cc0

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета
канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика твердого тела

Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль)	Физика Земли и космоса
Год начала обучения	2026
Форма обучения	очная
Реализуется в семестре	8

Разработано

доцент кафедры
экспериментальной физики,
канд. физ.-мат. наук Апеков
А.М.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 03.03.02 Физика, путем изучения основ физики твердого тела.

Задачи освоения дисциплины:

- Знать фундаментальные физические закономерности, определяющие свойства твердых тел;
- Уметь применять полученные знания для расчетов физических характеристик твердотельных материалов;
- Иметь навыки экспериментальных исследований и анализа полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физика твердого тела» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и математики для постановки и решения научно-исследовательских и прикладных задач в своей профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-1} способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования.	Обладает фундаментальными представлениями о взаимосвязи между свойствами и поведением атомов и молекул и свойствами состоящих из них макроскопических тел
	ИД-2 _{ПК-1} использует знания в области фундаментальной и прикладной физики для разработки методов нахождения решения поставленных профессиональных задач.	Умеет решать задачи на свойства диэлектриков и магнетиков, оптические явления в кристаллах, свойства ферми-жидкости, упругие свойства кристаллов и др.
	ИД-3 _{ПК-1} Способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физический процесс уравнений.	Владеет методами термодинамических функций и простейшими методами расчёта статистических сумм и средних характеристик, применимых для моделей твердого тела.
	ИД-4 _{ПК-1} Владеет методологией теоретического, математического и численного моделирования физических процессов, объектов и явлений с использованием как общепринятых методов теоретического и математического моделирования, стандартных пакетов автоматизированного проектирования, так и самостоятельно создаваемых	Владеет методами квантовомеханического описания простейших квантовых систем, входящих в состав элементов электроники, способами расчетов проводимости, диэлектрических и магнитных свойств, теплоемкости

	оригинальных методов и программ.	
ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ИД-2 _{ПК-2} владеет навыками применения современных информационных технологий для проведения, анализа и обработки результатов научных экспериментов (в том числе в автоматизированном режиме).	Владеет навыками применения современных информационных технологий для проведения, анализа и обработки результатов научных экспериментов (в том числе в автоматизированном режиме).
	ИД-3 _{ПК-2} анализирует результаты научно-исследовательской деятельности, сопоставляет их с известными аналогами, и представляет в виде отчетных материалов;	Анализирует результаты научно-исследовательской деятельности, сопоставляет их с известными аналогами, и представляет в виде отчетных материалов;
	ИД-4 _{ПК-2} готов грамотно представлять результаты исследований в том числе в виде докладов и публикаций на научных конференциях различного уровня.	Готовность грамотно представлять результаты исследований в том числе в виде докладов и публикаций на научных конференциях различного уровня.

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 акад. ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	60.00
Лекции/из них практическая подготовка	24.00
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	
Практических занятий/из них практическая подготовка	36.00
Самостоятельная работа	48.00
Формы контроля	
Экзамен	
Зачет	
Зачет с оценкой	8 семестр
Расчетно-графические работы	
Курсовые работа	
Контрольные работы	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	Описание структуры кристаллов. 1. Трансляции и кристаллические решетки. Набор операций симметрии. Базис и кристаллическая структура. 2. Основные типы кристаллических решеток. 3. Положение и ориентация плоскостей в кристаллах. Положение узлов элементарной ячейки. Индексы Миллера. 4. Реальные кристаллические структуры.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}	2.00	2.00		4.00	

2	Дифракция в кристаллах и обратная решетка. 1. Экспериментальные дифракционные методы. Условия дифракции. 2. Обратная решетка. 3. Зоны Бриллюэна. 4. Структурный фактор базиса. Атомный фактор рассеяния, или форм-фактор. 5. Температурная зависимость линий отражения.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}	2.00	2.00		4.00	
3	Типы связей в кристаллах. 1. Кристаллы инертных газов. Силы Ван-дер-Ваальса - Лондона. 2. Равновесные постоянные решетки. Энергия связи. Сжимаемость и объемный модуль упругости. 3. Ионные кристаллы. 4. Ковалентные кристаллы. 5. Металлические кристаллы. 6. Кристаллы с водородными связями.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}		2.00		4.00	Контрольная работа
4	Упругие свойства кристаллов. 1. Анализ упругих деформаций. Компоненты напряжений. 2. Постоянные упругой податливости и упругой жесткости. 3. Упругие волны в кубических кристаллах. 4. Экспериментальное определение упругих постоянных.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	
5	Фононы и колебания решетки. 1. Квантовый характер колебаний решетки. 2. Неупругое рассеяние фотонов, нейтронов и рентгеновских лучей на акустических фононах. 3. Колебания в решетке из одинаковых атомов. Первая зона Бриллюэна. 4. Решетка с двумя атомами в примитивной ячейке.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}				2.00	

6	Тепловые свойства диэлектриков. 1. Теплоемкость кристаллической решетки. 2. Ангармонические взаимодействия в кристаллах. 3. Теплопроводность.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	Коллоквиум
7	Свободный электронный газ Ферми 1. Энергетические уровни и плотность состояний в одномерном случае. 2. Температурная зависимость функции распределения Ферми — Дирака. 3. Свободный электронный газ в трехмерном случае. 4. Теплоемкость электронного газа. Ферми-жидкость. 5. Электропроводность и закон Ома. 6. Теплопроводность металлов. 7. Диэлектрическая реакция электронного газа.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}				2.00	
8	Энергетические зоны. 1. Модель почти свободных электронов. 2. Волновое уравнение для электрона в периодическом потенциальном поле. 3. Приближенное решение вблизи границы зоны Бриллюэна. 4. Число уровней в зоне. Металлы и диэлектрики 5. Строение поверхности Ферми. 6. Эффективная масса электрона в кристалле.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	Тест
9	Полупроводниковые кристаллы. 1. Собственная проводимость. Запрещенная зона. Закон действующих масс. 2. Концентрация собственных носителей. 3. Примесная проводимость. Примесные состояния. Тепловая ионизация примесных атомов. 4. Энергетические зоны германия и кремния. 5. Электронно-дырочные переходы.	ИД-2 _{ПК-1} ИД-3 _{ПК-1} ИД-4 _{ПК-1} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2} ИД-4 _{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	

10	Сверхпроводимость. 1. Сверхпроводящие материалы. Разрушение сверхпроводимости магнитным полем. 2. Эффект Мейснера. 3. Изотопический эффект. 4. Уравнение Лондонов. 5. Длина когерентности. 6. Теория сверхпроводимости Бардина — Купера — Шриффера. 7. Сверхпроводники второго рода.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}				4.00	
11	Свойства диэлектриков. 1. Поляризация. 2. Диэлектрическая проницаемость и поляризуемость. Электронная поляризуемость. 3. Ориентационная поляризуемость. Ориентация диполей в твердых телах. 4. Диэлектрическая релаксация. Дебаевское время релаксации. Комплексная диэлектрическая проницаемость	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	
12	Сегнетоэлектрические кристаллы. 1. Классификация сегнетоэлектрических кристаллов. 2. Природа фазового перехода в сегнетоэлектриках. 3. Низкочастотные оптические фононы.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	Коллоквиум
13	Диамагнетизм и парамагнетизм. 1. Диамагнетизм. Формула Ланжевена. 2. Парамагнетизм. Формула Ланжевена и закон Кюри. 3. Квантовая теория парамагнетизма. 4. Парамагнитная восприимчивость электронов проводимости	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}	2.00	4.00		4.00	

14	Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. 1. Ферромагнитный порядок. Точка Кюри. 2. Магнитная структура ферромагнетиков. 3. Магнитная структура антиферромагнетика. Восприимчивость ниже точки Нееля. 4. Ферромагнитные домены.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}		2.00		2.00	Тест
15	Магнитный резонанс. 1. Ядерный магнитный резонанс. 2. Ядерный квадрупольный резонанс. 3. Ферромагнитный резонанс. 4. Антиферромагнитный резонанс. 5. Электронный парамагнитный резонанс.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}	2.00	4.00		4.00	
16	Оптические явления в неметаллических кристаллах. 1. Окраска кристаллов. 2. Экситоны. 3. Твердотельная квантовая электроника. Принцип действия лазера. Рубиновый лазер. 4. Фотопроводимость. 5. Люминесценция.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}		4.00		2.00	
17	Точечные дефекты в твердых телах. 1. Вакансии кристаллической решетки. 2. Диффузия. 3. Центры окраски. 4. Сплавы. Магнитные сплавы и эффект Кондо.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	
18	Дислокации 1. Сопротивление сдвигу в монокристаллах. 2. Вектор Бюргерса. 3. Плотность дислокаций. 4. Дислокации и рост кристаллов.	ИД-2_{ПК-1} ИД-3_{ПК-1} ИД-4_{ПК-1} ИД-2_{ПК-2} ИД-3_{ПК-2} ИД-4_{ПК-2}	2.00	2.00		2.00	Коллоквиум
	ИТОГО за 8 семестр		24.00	36.00		48.00	
	ИТОГО		24.00	36.00		48.00	

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически заверченный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Разумовская, И.В. Физика твердого тела : учебное пособие / И.В. Разумовская. - Москва : Прометей, 2011. - Ч. 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки. - 64 с. - ISBN 978-5-4263-0032-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108460>
2. Сирота, Д. И. Физика твердого тела : Сборник задач с подробными решениями : учеб. пособие / Д. И. Сирота. – Изд. стер. – М. : URSS Либроком, 2014. – 184 с.
3. Сирота, Д. И. Физика твердого тела : Сборник задач с подробными решениями : учеб. пособие / Д. И. Сирота. - Изд. стер. - М. : URSS Либроком, 2014. - 184 с. - Библиогр.: с. 183. - ISBN 978-5-397-04305-2
4. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела : учеб. пособие для вузов / Ю. А. Стрекалов, Н. А. Тенякова. - Москва : РИОР : Инфра-М, 2013. - 305, [1] с. : ил. ; 22. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Гриф: Рек. УМО. - Библиогр.: с. 303. - ISBN 978-5-369-00967-3. - ISBN 978-5-16-006066-8

5. Фомин, Д. В. Экспериментальные методы физики твердого тела : учебное пособие / Д.В. Фомин. - Москва|Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 186 с. : ил., схем., табл. - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2829-4

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

- 1 Ушакова Е.В. Введение в физику твердого тела. Конспект лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ушакова Е.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2015.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65817.html>.— ЭБС «IPRbooks»
- 2 Дикарева, Р. П. Физика твердого тела и полупроводников. Исследование температурной зависимости энергии Ферми методом термоЭДС Электронный ресурс : Учебно-методическое пособие / Р. П. Дикарева, С. П. Хабаров. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. - 20 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-1666-2
- 3 Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учебное пособие / Г. И. Епифанов. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011. - 288 с. : ил. - Прил.: с. 275-281. - Библиогр.: с. 282-283. - Предм. указ.: с. 284-286. - ISBN 978-5-8114-1001-9
- 4 Жирифалько, Л. Статистическая физика твердого тела / Л. Жирифалько. - Москва : Мир, 1975. - 379 с. : ил. - <http://biblioclub.ru/>
- 5 Канель, Г. И. Ударные волны в физике твердого тела / Г.И. Канель. - Москва : Физматлит, 2018. - 204 с. : ил., граф., портр. - Библиогр.: с. 198-203. - ISBN 978-5-9221-1810-1
- 6 Краснопевцев, Е. А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела Электронный ресурс : Учебное пособие / Е. А. Краснопевцев. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. - 354 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-7782-1464-4
- 7 Общая физика. Молекулярная физика и термодинамика. Атомная, квантовая и ядерная физика. Физика твёрдого тела Электронный ресурс : Лабораторный практикум / Ю. М. Головин [и др.]. - Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 96 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-8265-1180-0
- 8 Общая физика: молекулярная физика и термодинамика. Атомная, квантовая и ядерная физика. Физика твёрдого тела : лабораторный практикум / Ю.М. Головин, Ю.П. Ляшенко, В.Н. Холодилин, В.М. Поликарпов ; Министерство образования и науки Российской Федерации ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 96 с. : ил. - <http://biblioclub.ru/>. -
- 9 Разумовская, И. В. Физика твердого тела : учебное пособие / И.В. Разумовская, 2, Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки. - Москва : Прометей, 2011. - 64 с. - <http://biblioclub.ru/>. - ISBN 978-5-4263-0032-3
- 10 Разумовская, И. В. Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки Электронный ресурс / И. В. Разумовская. - Москва : Прометей, 2011. - 64 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4263-0032-3
- 11 Савельев, И. В. Курс общей физики : в 4 т. : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. направлениям и спец.] / И. В. Савельев ; под общ. ред. В. И. Савельева, Т. 3, Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 2-е изд., стер. - Москва : Кнорус,

2012. - 360 с. : ил. - Гриф: Доп. НМС. - Предм. указ.: с. 353-359. - ISBN 978-5-406-02586-4. - ISBN 978-5-406-02590-1

- 12 Физика твердого тела : учебное пособие / А.А. Корнилович, В.И. Ознобихин, И.И. Суханов, В.Н. Холявко. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 71 с. - <http://biblioclub.ru/>. - ISBN 978-5-7782-2160-4
- 13 Физика твердого тела Электронный ресурс : задачник / М.Н. Орлова / Л.Г. Спицына / Ю.В. Осипов / И.М. Анфимов / С.П. Кобелева / М.П. Коновалов. - Физика твердого тела, 2019-09-01. - Москва : Издательский Дом МИСиС, 2011. - 70 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-87623-426-1
- 14 Чабанов, В. Е. Курс лекций по физике твердого тела для технических вузов : учеб. пособие / В. Е. Чабанов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. - 134 с. : ил. - (Учебная литература для вузов). - Библиогр.: с. 131. - ISBN 978-5-0775-0677-9

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации к лабораторным занятиям по дисциплине «Физика твердого тела».
2. Физика твердого тела Электронный ресурс : задачник / М.Н. Орлова / Л.Г. Спицына / Ю.В. Осипов / И.М. Анфимов / С.П. Кобелева / М.П. Коновалов. - Физика твердого тела, 2019-09-01. - Москва : Издательский Дом МИСиС, 2011. - 70 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-87623-426-1

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

- 1 <http://abitur.su/studentov> - Книги для студентов и аспирантов
- 2 <http://e.lanbook.com>. - Электронные учебники и журналы по физике
- 3 <http://elibrary.rsl.ru> - Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ)
- 4 <http://nbmgu.ru> - Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова
- 5 <http://www.intuit.ru> - Электронные учебные пособия
- 6 <http://www.iqlib.ru> - Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия)
- 7 <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> - Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета)
- 8 <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;
- 9 <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Дополнительная общеобразовательная программа по физике»;
- 10 <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Небесная механика

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. <http://elibrary.rsl.ru> - Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ)
2. <http://www.iqlib.ru> - Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия)
3. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> - Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета)
4. <http://nbmgu.ru> - Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные работы	Лаборатория оборудована учебной мебелью на 16 посадочных мест, учебной доской. Лаборатория оснащена установками для выполнения студентами лабораторных работ: "Изучение температурной зависимости сопротивления проводников и полупроводников", "Эффект Холла в полупроводниках"
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-

телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.