

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Подпись

Хагуров Т.А.

« 5 »

2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.04 ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки / специальность

03.03.03 Радиофизика

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 «Физика твердого тела» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика». Направленность «Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Программу составил:

Строганова Е.В., доктор физ.-мат. наук, доцент  
декан ФТФ КубГУ



Рабочая программа дисциплины «Физика твердого тела» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий  
протокол № «31» 08 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой

Доктор физ.-мат. наук, доцент.

Строганова. Е.В.  
фамилия, инициалы



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

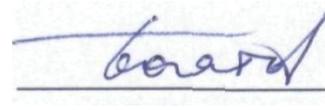
протокол № «31» 08.2023 г. Председатель

УМК факультета

Богатов

Н.М.

фамилия, инициалы



Рецензенты:

Исаев Владислав Андреевич, Доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Физика твердого тела» ставит своей целью формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела для применения этих знаний при работе в различных областях науки и техники.

### 1.2 Задачи дисциплины

Основной задачей учебной дисциплины является формирование физических представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения прикладных задач в данной предметной области.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Изучение данной дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: “Высшая математика”, “Атомная физика”, “Теоретическая физика” и “Статистическая физика”.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *следующих* компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности</b>	
ИОПК-1.1. Понимает теоретические и методологические основания избранной области физики и радиофизики	Знает основные закон и методы исследований физики твердого тела.
	Умеет применять методологические основания исследования твердого тела.
	Владеет теоретическими и методологическими знаниями исследований твердого тела
ИОПК-1.1. Понимает актуальные проблемы и тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Знает основные современные тенденции развития в области физики твердого тела.
	Умеет использовать современные методы исследований в области физики твердого тела.
	Владеет современными методами исследования твердого тела.
<b>ОПК-3 Способен использовать информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности</b>	
ИОПК-3.1. Выбирает соответствующие содержанию профессиональных задач инструментарий обработки и анализа данных, современные информационные технологии и программное обеспечение	Знает основные методы обработки и анализа данных по исследованию физики твердого тела, а также основные программные продукты по моделированию процессов в твердом теле.
	Умеет делать оптимальный выбор инструментария в области информационных технологий по моделированию и анализу данных по свойствам твердого тела.
	Владеет основными средствами ПО и ИТ по оценке свойств твердого тела.
ИОПК-3.2. Осуществляет визуализацию данных и презентацию решений в информационной среде и содержательно интерпретирует полученные результаты анализа	Знает основные решения по визуализации процессов исследования свойств твердого тела.
	Умеет использовать различные решения в информационных средах и системах по визуализации свойств твердого тела.
	Владеет навыками презентации своей исследовательской деятельностью в области физики твердого тела.
<b>ПК-1 Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследований с целью создания новых перспективных средств для систем передачи информации</b>	

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ИПК-1.1. Владеет современными информационными системами и технологиями с целью моделирования сложных технических систем	Знает современные информационные технологии в рамках моделирования различных физических процессов, протекающих в твердом теле
	Умеет использовать САПР и информационные технологии в проектировании физических процессов в твердом теле
	Владеет навыками проектирование технических систем с учетом физических процессов в твердотельных компонентах при помощи информационных технологий и САПР
ИПК-1.2. Способен применять современное материально-техническое оборудование для исследовательских целей	Знает параметры и технические характеристики оборудования для исследований физических процессов в твердом теле
	Умеет использовать современное оборудование для исследовательских целей физических процессов в твердом теле
	Владеет навыками работы с современным оборудованием и исследовательскими методиками исследований физических процессов в твердом теле.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		5
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>57,2</b>	<b>57,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	34	34
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	5
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>50,8</b>	<b>50,8</b>
Проработка учебного (теоретического) материала	50,8	50,8
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		
Реферат		
<b>Контроль:</b>		
Подготовка к зачету		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>57,2</b>	<b>57,2</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>
		<b>3</b>

### 2.2. Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоя- тельная ра- бота
			Л	ПЗ	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7
1	Типы связей в твердых телах	12	2		4	6
2	Описание структуры кристаллов	13	2		4	7
3	Динамика кристаллической решетки	12	2		4	6
4	Теплоемкость твердых тел	13	2		4	7
5	Дифракция в кристаллах	12	2		4	6
6	Электроны в кристалле	13	2		4	7
7	Металлы и полупроводники	14	2		6	6
8	Контактные явления	13,8	4		4	5,8
		<b>102,8</b>	<b>18</b>		<b>34</b>	<b>50,8</b>

### 2.3. Содержание разделов дисциплины:

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание	Форма теку-щего кон-троля
1	Типы связей в твердых телах	<i>Основные понятия физики твердого тела. Цели и задачи курса. Основные понятия. Кристаллическая структура твердых тел и их форма. Типы межатомных связей Ван-дер-ваальсово взаимодействие. Ковалентная связь. Ионная связь. Водородная связь. Металлическая связь. Классификация твердых тел по типам связи</i>	Опрос
2	Описание структуры кристаллов	<i>Трансляции и типы кристаллических решеток. Трансляции и кристаллическая решетка. Операции симметрии. Элементарная ячейка. Основные типы кристаллических решеток. Решетки Браве. Кристаллографические плоскости, индексы Миллера. Положение и ориентация плоскостей в кристаллах. Индексы Миллера и кристаллографические направления. Структуры реальных кристаллов.</i>	Опрос
3	Динамика кристаллической решетки	<i>Колебания однородной цепочки масс. Упругие свойства кристаллов. Колебания однородной цепочки масс.</i>	Опрос

		<p>Дисперсионное уравнение. Длинноволновой и коротковолновой пределы.</p> <p><i>Колебания двухатомной цепочки масс.</i> Колебания двухатомной линейной цепочки масс. Длинноволновой и коротковолновой пределы.</p>	
4	Теплоемкость твердых тел	<p><i>Фононы и их статистика, теплоемкость твердых тел.</i> Теплоемкость твердых тел. Фононы. Классическая теория теплоемкости. Модель Эйнштейна. Функция и температура Эйнштейна.</p> <p><i>Теплоемкость твердых тел, модель Дебая.</i> Теплоемкость твердых тел. Модель Дебая. Функция и температура Дебая.</p>	Опрос
5	Дифракция в кристаллах	<p><i>Условие Брэгга.</i> Дифракция в кристаллах. Три вида излучения. Прямое пространство. Условие Брэгга. Факторы рассеяния.</p> <p><i>Обратное пространство.</i> Обратное пространство. Зоны Бриллюэна. Условие Брэгга в обратном пространстве.</p>	Опрос
6	Электроны в кристалле	<p><i>Статистика электронов в кристалле.</i> Уравнение Шредингера. Адиабатическое приближение. Валентная аппроксимация. Приближение самосогласованного поля. Одноэлектронное приближение. Оператор трансляции. Функции Блоха. Область определения волнового вектора и его дискретность.</p>	Опрос
7	Металлы и полупроводники	<p><i>Виды проводимости.</i> Металлы, диэлектрики, полупроводники. Статистика электронов в металлах. Собственные и примесные полупроводники.</p> <p><i>Полупроводники.</i> Донорные и акцепторные состояния. Элементарная теория примесных состояний. Поверхностные состояния.</p> <p><i>Статистика носителей зарядов в полупроводниках.</i> Статистика электронов и дырок в полупроводниках. Плотность состояний. Концентрация электронов и дырок в зонах. Концентрация электронов и дырок на локальных уровнях. Взаимная компенсация доноров и акцепторов.</p>	
8	Контактные явления	<p><i>Эмиссионные процессы с поверхности твердого тела.</i> Потенциальные барьеры. Работа выхода. Термоэлектронная эмиссия. Эмиссия во внешнем поле и автоэлектронная эмиссия. Фотоэмиссия. Вторичная электронная эмиссия.</p> <p><i>Контактные явления в твердых телах.</i> Контактная разность потенциалов.</p>	

		Контакт металл-металл. Контакт металл-полупроводник. $p-n$ - переход. Вольтамперная характеристика $p-n$ -перехода. Диод. Транзистор. Гетеропереходы. <i>Полупроводниковые приборы</i> . Полупроводниковые приборы: тиристоры и динисторы, диоды и их применение, полевые транзисторы	
--	--	---	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом

### 2.3.3. Лабораторные работы

№ раздела	Наименование раздела	Содержание	Форма текущего контроля
1	Типы связей в твердых телах	Структура кристаллов	Защита ЛР
2	Описание структуры кристаллов	Химические связи и энергия решетки	Защита ЛР
3	Динамика кристаллической решетки	Динамика кристаллической решетки	Защита ЛР
4	Теплоемкость твердых тел	Теплоемкость твердых тел	Защита ЛР
5	Дифракция в кристаллах	Электронная теория металлов	Защита ЛР
6	Электроны в кристалле	Зонная структура кристаллов	Защита ЛР
7	Металлы и полупроводники	Полупроводники	Защита ЛР
8	Контактные явления	Контактные явления. Потенциальные барьеры. Работа выхода	Защита ЛР

### 2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Название, библиографическое описание	Семестр	Экз-ы
Основная литература			
1	Киттель Ч. Введение в физику твердого тела, Москва «Наука», 1989	5	18/ 1 (электронный)
2	Блейкмор Дж. Физика твердого тела, Москва, «Мир», 1988	5	10/ 1 (электронный)
3	Павлов П.В., Хохлов А.Ф., Физика твердого тела, Москва, ВШ. 2000	5	28/ 1 (электронный)
Дополнительная литература			
1	Киреев П.С. Физика полупроводников. Учебн. пособие для втузов. М.: «Высшая школа», 1975	5	1 (электронный)

2	Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела, М.: Мир. 1969	5	1 (электронный)
3	Левич В.Г. Курс теоретической физики, Том 1, Москва «Наука», 1969	5	1 (электронный)
4	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, Москва, «Мир»	5	1 (электронный)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

Для проведения части лекционных занятий используется специализированная лекционная аудитория физико-технического факультета (201С), оснащенная мультимедийным проектором, экраном, интерактивной доской, а также приборами и оборудованием для постановки учебных демонстрационных экспериментов; литература в библиотеке университета. Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу бакалавров и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: мозговой штурм, работа в малых группах, использование общественных ресурсов.

Существует система семестровых заданий, в которой каждый студент за семестр должен самостоятельно подготовить и защитить реферат по одной из предложенных тем. Задание сдается в форме беседы с преподавателем в специально отведенное время (прием заданий).

На семинарские занятия выносятся около 80 % материала изложенного в программе дисциплины. Остальная часть материала выносятся для самостоятельного изучения. В конце каждого практического занятия предлагаются для выполнения творческие и исследовательские задания, углубляющие и расширяющие учебный материал, развивающие инновационное мышление, а также умение работать с привлечением современных информационных технологий. Выполнение этих заданий обсуждаются на следующем занятии.

На практических занятиях рассматриваются основы теории, требующие сложные математические выкладки, различные методы решения задач, наиболее типичные и творческие задачи. Для закрепления материала, рассматриваемого на занятиях, бакалавры получают домашние задания в виде ряда задач из соответствующих задачников.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам и учебной литературе;
- подготовку рефератов.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях: используемые в аудиторных занятиях: проблемная лекция, лекция-беседа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. Фонд оценочных средств.

Вопросы к зачету:

1. Назовите основные различия между кристаллическими и аморфными твердыми телами.
2. Кристаллическая решетка, базис, вектор кристаллической решетки, вектор внутренних смещений.
3. Типы межатомных связей. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Ионная связь.
4. Типы межатомных связей. Ковалентная и водородная связь. Металлическая связь.
5. Операции симметрии в кристаллической решетке. Трансляционная симметрия.
6. Решетка Браве. Основные типы двумерных решеток Браве и их симметрии.
7. Решетка Браве. Основные типы трехмерных решеток Браве. Базоцентрированная, объемноцентрированная, гранецентрированная.
8. Кристаллографическая плоскость и кристаллографическое направление. Индексы Миллера.
9. Колебания одноатомной линейной цепочки масс. Дисперсионное соотношение. Длинноволновый и коротковолновый пределы.
10. Колебания двухатомной линейной цепочки масс. Дисперсионное соотношение. Длинноволновый и коротковолновый пределы.
11. Теплоемкость твердых тел. Фононы. Классическая модель теплоемкости.
12. Модель теплоемкости Эйнштейна. Функция Эйнштейна. Температура Эйнштейна.
13. Модель теплоемкости Дебая. Функция Дебая. Температура Дебая.
14. Дифракция в кристаллах. Три вида излучения для изучения кристаллов. Условие Брэгга.
15. Обратное пространство. Условие Брэгга в обратном пространстве.
16. Статистика электронов в кристалле. Уравнение Шредингера. Валентная аппроксимация. Приближение самосогласованного поля.
17. Статистика электронов в кристалле. Уравнение Шредингера. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.
18. Статистика электронов в кристалле. Уравнение Шредингера. Функции Блоха. Область определения волнового вектора и его дискретность.
19. Статистика электронов в кристалле. Основные различия между металлами диэлектриками и полупроводниками.

20. Собственные и примесные полупроводники. Донорные и акцепторные состояния. Элементарная теория примесных состояний.
21. Статистика носителей зарядов в полупроводниках. Плотность состояний. Взаимная компенсация доноров и акцепторов.
22. Потенциальный барьер. Работа выхода. Эмиссия электронов с поверхности твердого тела.
23. Контактная разность потенциалов. Контакт металл-металл. Контакт металл-полупроводник.
24.  $p$ - $n$ -переход. Вольтамперная характеристика  $p$ - $n$ -перехода. Полупроводниковые приборы.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела, Москва «Наука», 1989
2. Блейкмор Дж. Физика твердого тела, Москва, «Мир», 1988
3. Пичугин В.Ф. Теория и свойства кристаллов и неупорядоченных материалов, Учебное пособие, Томск, ТПУ, 2003
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела, Москва «Наука», 1989
5. Блейкмор Дж. Физика твердого тела, Москва, «Мир», 1988
6. Павлов П.В., Хохлов А.Ф., Физика твердого тела, Москва, ВШ. 2000
7. Киреев П.С. Физика полупроводников. Учебн. пособие для вузов. М.: «Высшая школа», 1975
8. Уэрт Ч., Томсон Р. Физика твердого тела, М.: Мир. 1969
9. Левич В.Г. Курс теоретической физики, Том 1, Москва «Наука», 1969
10. Горбачев, Спицына Л.Г., Физика полупроводников и металлов, М.: Металлургия, 1976
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, Москва, «Мир»,

### 5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>

5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voproxy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voproxy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 6. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, ауд. 201С, 227С.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, ауд. 133С, 217С, 212С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер. Компьютерный класс.	MS 365, Red 7, Мой Офис
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатории НОЦ «Оптические и электронные компоненты» (ауд. 119С, 122С, 123С, 131С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Две технологические лаборатории с лабораторной и промышленной установками по росту монокристаллов методом Чохральского: (Кристалл 603). Лаборатория по исследованию контроля качества интегральных схем, укомплектованная терагерцовым спектрометром Tera K15 для анализа целостности и качества поверхности исследуемых образцов. Спектрально-измерительный комплекс в спектральном диапазоне от 150 до 20000 нм, состоящий из монохроматора MSDD 1000 с комплектом приемников и излучателей на указанный спектральный диапазон. Квантовые генераторы: YAG:Nd (средняя энергия в импульсе 200мДж, длительность импульса 15 нс), YLF:Nd (средняя энергия в импульсе 300мкДж, длительность импульса 10 нс), полупроводниковый лазер мощностью 10кВт с длиной волны генерации 980 нм, титан-сапфировый лазер, мало-мощный полупроводниковый

		лазер с длиной волны генерации 980 нм.
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS 365
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.208С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS 365