

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. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Квантовая радиофизика Б1.Б.34

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Никитин С.И.

## 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) директор института физики Никитин С.И. (Директорат Института физики, Институт физики), Sergey.Nikitin@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-1	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные физические процессы в лазерах и их влияние на параметры лазеров;
- свойства различных режимов работы лазеров (стационарная генерация, режим модуляции добротности, синхронизация мод);
- элементы теории оптических резонаторов и динамики процессов в лазере;
- принципы работы различных типов газовых лазеров, твердотельных лазеров, лазеров на красителях, лазеров на центрах окраски, полупроводниковых лазеров, химических лазеров;
- основы электронного парамагнитного резонанса.

Должен уметь:

- применять полученные знания для работы с различными типами лазеров и лазерных систем;
- пользоваться основными измерительными приборами, используемыми в квантовой электронике, измерять основные параметры лазерного излучения, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по квантовой электронике;
- использовать методы физических исследований материалов квантовой электроники.

Должен владеть:

- системным научным анализом проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- навыками работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой;
- навыками проведения физического эксперимента

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные знания для работы с различными типами лазеров и лазерных систем;
- пользоваться основными измерительными приборами, используемыми в квантовой электронике, измерять основные параметры лазерного излучения, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по квантовой электронике;
- использовать методы физических исследований материалов квантовой электроники

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.34 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (не предусмотрено)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 68 часа(ов), в том числе лекции - 32 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 31 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 9 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 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. Предмет квантовой радиофизики. Механизмы уширения спектральных линий. Релаксация	8	2	0	4	2
2.	Тема 2. Квантовая теория свободного электромагнитного поля	8	2	0	0	2
3.	Тема 3. Квантовая теория взаимодействия электромагнитного поля с веществом	8	6	0	0	2
4.	Тема 4. Квантовые усилители	8	3	0	0	3
5.	Тема 5. Открытые резонаторы.	8	3	0	5	3
6.	Тема 6. Квантовые генераторы	8	4	0	5	4
7.	Тема 7. Твердотельные лазеры	8	4	0	6	4
8.	Тема 8. Атомные лазеры.	8	2	0	4	4
9.	Тема 9. Полупроводниковые лазеры	8	2	0	6	2
10.	Тема 10. Перестраиваемые лазеры	8	2	0	0	2
11.	Тема 11. Электронный парамагнитный резонанс	8	2	0	6	3
	Итого		32	0	36	31

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Предмет квантовой радиофизики. Механизмы уширения спектральных линий. Релаксация

Предмет квантовой радиофизики. Спонтанные и вынужденные переходы, их свойства, коэффициенты Эйнштейна. Свойства лазерного излучения: пространственная и временная когерентность, монохроматичность, расходимость. Однородное уширение спектральных линий. Физические механизмы однородного уширения спектральных линий в газах, жидкостях и твердых телах. Неоднородное уширение спектральных линий. Физические механизмы неоднородного уширения. Оценки величин однородного и неоднородного уширения линий в различных средах. Релаксация. Время релаксации. Релаксация и уширение спектральных линий.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦1 "Рубиновый лазер" и лабораторной работы ♦ 2 "Гелий-неоновый лазер". Измерение параметров лазерного излучения на примере рубинового и гелий-неонового лазеров. Объяснение полученных результатов на основе свойств вынужденного излучения. Выяснение основных механизмов уширения спектральных линий в газах и твердых телах, их влияния на параметры лазерного излучения, объяснение полученных результатов.

Объяснение влияния спонтанного излучения на параметры исследуемых лазеров.

Выполнение лабораторной работа ♦ 5 "Голография". Изучение принципов записи и восстановления голографического изображения, принципов построения голографических установок, методов измерения пространственной и временной когерентности.

###### Тема 2. Квантовая теория свободного электромагнитного поля

Постановка задачи. Идея квантования. Квантование свободного электромагнитного поля. Операторы физических величин для электромагнитных полей. Энергетический спектр и стационарные состояния свободного электромагнитного поля. Общая характеристика и свойства электромагнитного поля в стационарном состоянии. Понятие электромагнитного вакуума. Его характерные свойства. Опыт Лэмба и его трактовка. Сила Казимира. Понятие фотона. Свойства фотона. Одномодовые состояния электромагнитного поля с определенным числом фотонов, с определенной амплитудой. Когерентные фотонные состояния.

### **Тема 3. Квантовая теория взаимодействия электромагнитного поля с веществом**

Постановка задачи. Идея квантования. Квантование свободного электромагнитного поля. Операторы физических величин для электромагнитных полей. Энергетический спектр и стационарные состояния свободного электромагнитного поля. Общая характеристика и свойства электромагнитного поля в стационарном состоянии. Понятие электромагнитного вакуума. Его характерные свойства. Опыт Лэмба и его трактовка. Сила Казимира. Понятие фотона. Свойства фотона. Одномодовые состояния электромагнитного поля с определенным числом фотонов, с определенной амплитудой. Когерентные фотонные состояния.

### **Тема 4. Квантовые усилители**

Уравнение переноса излучения в усиливающей среде. Коэффициент усиления. Инверсия населенностей. Понятие отрицательной температуры. Основные методы создания инверсии населенности в активных средах. Трехуровневые создания инверсной населенности системы. Недостатки трехуровневой схемы. Четырехуровневая схема. Преимущества четырехуровневых систем.

### **Тема 5. Открытые резонаторы.**

Открытые резонаторы. Спектр мод резонатора. Типы открытых резонаторов. Поля в открытых резонаторах. Принципы расчета оптического резонатора. Метод Фокса и Ли. Конфокальный резонатор. Гауссовы пучки, свойства гауссовых пучков.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦1 "Рубиновый лазер". Изучение методов юстировки открытых резонаторов на примере плоского резонатора в лазере на кристалле рубина. Изучение свойств открытых резонаторов, метода Фокса-Ли, модового состава для интерферометра Фабрик-Перо, влияние дифракционных потерь на медовый состав. Ознакомление с методами расчета электромагнитного поля в открытом резонаторе.

### **Тема 6. Квантовые генераторы**

Динамика процессов в лазере. Режим стационарной генерации. К.п.д. лазера в стационарном режиме, оптимальный коэффициент пропускания выходного зеркала. Режим модуляции добротности. Методы реализации режима модуляции добротности. Синхронизация мод. Методы осуществления синхронизации мод.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦1 "Рубиновый лазер" и лабораторной работы ♦2 "Гелий-неоновый лазер". Изучение подходов для описания стационарного режима генерации, ознакомление с режимом модуляции добротности, способами реализации режима модуляции добротности.

### **Тема 7. Твердотельные лазеры**

Уровни энергии редкоземельных и переходных ионов в кристаллах. Лазеры на кристаллах рубина и алюмоиттриевого граната, активированного ионами Nd<sup>3+</sup>.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦1 "Рубиновый лазер". Исследование энергетических характеристик лазера на кристалле рубина в режиме свободной генерации и режиме модуляции добротности, физических причин, определяющих к.п.д. лазера на рубине.

### **Тема 8. Атомные лазеры.**

Атомные лазеры. Гелий-неоновый лазер. Аргоновый лазер.

Молекулярные лазеры. Электронные, колебательные и вращательные уровни. Оптические переходы в молекулах, разрешенные и запрещенные переходы, вероятность переходов. Лазер на углекислом газе. Состав рабочей смеси. Технические решения и особенности конструкций непрерывных и импульсных СО<sub>2</sub> лазеров. Газодинамические СО<sub>2</sub> лазеры. Азотный лазер. Эксимерные лазеры.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦2 "Гелий-неоновый лазер". Измерение параметров лазерного излучения гелий-неонового лазера. Объяснение значения к.п.д. гелий-неонового лазера на основе схемы энергетических уровней, способа накачки. Объяснение полученных результатов по расходимости и поляризации лазерного излучения на основе свойств вынужденного излучения.

### **Тема 9. Полупроводниковые лазеры**

Условия создания инверсной населенности. Усиление излучения в p-n переходе вырожденных полупроводников. Принцип действия и конструкция инжекционного лазера на p-n переходе. Принцип действия и устройство лазера на гетеропереходе. Пространственно-энергетические и спектральные характеристики излучения полупроводниковых лазеров. Преимущества и недостатки полупроводниковых лазеров. Применение полупроводниковых лазеров. Твердотельные лазеры с полупроводниковой накачкой.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦3 "Полупроводниковый лазер". Изучение методов создания инверсной населенности в полупроводниковых лазерах, принципов построения и свойства полупроводниковых лазеров на гомопереходе, принципов построения и свойства полупроводниковых лазеров на гетеропереходе. Объяснение физические причины, определяющих расходимость, временную и пространственную когерентность, к.п.д. полупроводниковых лазеров, Излучение методов формирования спектра излучения полупроводниковых лазеров, принципов перестройки длины волны излучения полупроводниковых лазеров.

#### **Тема 10. Перестраиваемые лазеры**

Активные среды для перестраиваемых лазеров (растворы красителей, кристаллы, активированные ионами группы железа, кристаллы с центрами окраски). Способы накачки и энергетические характеристики. Физические основы и методы внутрирезонаторной селекции спектра излучения лазеров на красителях. Лазерная спектроскопия.

#### **Тема 11. Электронный парамагнитный резонанс**

Парамагнетики, Классическое и квантовое описание электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Продольная и поперечная релаксация. Ширина линии ЭПР. Спектр ЭПР ионов  $Mn^{2+}$  в кристалле  $CaF_2$ . Принципы построения спектрометров ЭПР. Применение ЭПР в науке (физика, химия, биология) и технике.

Лабораторные работы:

Выполнение лабораторной работы ♦4 "Электронный парамагнитный резонанс". Изучение электронного парамагнитного резонанса как явления, применения ЭПР для исследования микроскопической структуры вещества на примере кристалла  $CaF_2:Mn^{2+}$ , основных видов взаимодействий определяющих спектр ЭПР. Ознакомление с принципами построения спектрометров ЭПР, методами работы на них, методов обработки экспериментальных результатов.

### **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

### **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 (модуля).

### 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)

Книги, изданные при поддержке РФФИ, раздел Физика и астрономия - [http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books?type\\_id=73&FILTER\\_ID=23@2](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books?type_id=73&FILTER_ID=23@2)

Научная электронная библиотека eLibrary.ru - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Сетевые ресурсы научной библиотеки им. Н.И.Лобачевского КФУ - <https://kpfu.ru/library/setevye-resursy>

Электронная библиотечная система Лань - <http://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система Znanium.com - <http://znanium.com>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекция - это логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в учебном процессе в том, чтобы помочь освоить фундаментальные проблемы курса, овладеть методами научного познания, предложить новейшие достижения научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. В ряде случаев лекция является основным источником информации, например, при отсутствии учебников, учебных пособий по новым курсам. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, ее проблемы, дает цельное представление о предмете, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами. Все другие формы учебных занятий - семинары, лабораторные занятия, курсовое и дипломное проектирование, учебная практика, консультации, зачеты и экзамены - связаны с лекцией, опираются на фундаментальные положения и выводы.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Лабораторные занятия предназначены для углубленного изучения теоретических вопросов дисциплины и овладения современными экспериментальными методами науки, умением решать практические задачи путем постановки опыта. Эксперимент предполагает усвоение нового знания через этап материального действия. Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях, они проводятся в подгруппах, преподавателем, ведущим семинарские и лабораторные занятия. Проведение физического эксперимента связано с повышенной опасностью, поэтому работать в лаборатории можно только после основательной предварительной подготовки. При подготовке к лабораторным работам студент использует рекомендованные преподавателем учебники и учебные пособия, руководства по выполнению лаб. работ, изучает при необходимости инструкции по использованию приборов. На лаб. занятиях студент обязан приходить теоретически подготовленным. Студент должен знать правила техники безопасности, усвоенный теоретический материал, относящийся к данной лаб. работе; изучить содержание и порядок выполнения лаб. работы; знать принципы действия и правила работы с измерительными приборами; подготовить ответы на приведенные в методическом руководстве контрольные вопросы; выполнить необходимый объем предварительных расчетов и приготовить таблицы для внесения экспериментальных значений.
самостоятельная работа	Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д. Различают следующие уровни самостоятельной работы студента: низкий, средний, высокий. Для каждой специальности и дисциплины разрабатываются свои критерии оценки данных уровней. Ведущими путями самостоятельной работы студентов являются репродуктивный, самостоятельный и поисковый. Мотивы самообразования: - стихийные, неустойчивые (любопытность, интерес к предмету, ко всему окружающему); - познавательные (рост самообразования); - социально - значимые (связанные с реализацией идеалов и жизненных планов, призвания). Различают следующие характеры знаний: - локальный (не объединяются с другими, быстро забываются ? возрастает удельный вес знаний, улучшается их качество); - целостный (знания глубокие, прочные, разносторонние, универсальные). Умения работать с источниками: - не систематизированы; студенты много читают, обращаются к дополнительной литературе эпизодично; - систематизированы: чтение вдумчивое; отмечается главное; делаются выписки; - рациональное применение различных источников информации: анализирует, соотносит с поставленными целями и задачами.
экзамен	Экзамен - один из самых ответственных видов самостоятельной работы, и в то же время возможность сэкономить большое количество времени в период сессии, если эту подготовку начинать заблаговременно. Одно из главных правил - представлять себе общую логику предмета, что достигается проработкой планов лекций, составлением опорных конспектов, схем, таблиц. Фактически основной вид подготовки к экзамену "свертывание" большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее "развертывании" (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Владение этими технологиями обеспечивает, пожалуй, более половины успеха. Тем более что преподаватель обычно замечает в течение семестра целенаправленную подготовку такого студента и может поощрить его тем или иным способом. Необходимо выяснить условия проведения, самого экзаменационного испытания, используя для этой цели прежде всего консультацию (хотя преподаватель обычно касается этой темы заранее): количество и характер вопросов, форма проведения (устно или письменно), возможность использовать при подготовке различные материалы и пособия (таблицы, схемы, тетради для практических занятий и т.д.). 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. По каждому вопросу должен быть подготовлен развернутый, исчерпывающий ответ. При неполном ответе могут быть заданы дополнительные наводящие вопросы.

#### 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 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "не предусмотрено".

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

#### Основная литература:

1. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 316 с. - ISBN 978-5-8114-1114-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91904> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 1 / Б. Салех, М. Тейх, пер. с англ. В.Л. Дербов - Долгопрудный:Интеллект, 2012. - 760 с. ISBN 978-5-91559-038-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408129> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Салех, Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 2 / Б. Салех, М. Тейх, пер. с англ. В.Л. Дербов - Долгопрудный:Интеллект, 2012. - 784 с. ISBN 978-5-91559-135-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/408131> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Ходгсон, Н. Лазерные резонаторы и распространение пучков. Основы, современные понятия и прикладные аспекты / Н. Ходгсон, Х. Вебер ; под редакцией С. Г. Струц ; перевод с английского С. А. Бордзиловского. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 744 с. - ISBN 978-5-97060-176-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93564> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Бертолотти, М. История лазера / М. Бертолотти; Пер. с англ. П.Г. Крюкова. - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 336 с. ISBN 978-5-91559-183-6, 500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/500630> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Крюков, П. Г. Лазеры ультракоротких импульсов и их применения: Учебное пособие / П.Г. Крюков. - Долгопрудный: Интеллект, 2012. - 248 с. ISBN 978-5-91559-091-4, 1500 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/365088> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 304 с. - ISBN 978-5-8114-2088-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93585> (дата обращения: 28.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.Б.34 Квантовая радиофизика

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.