

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  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Электродинамика

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика  
Направленность (профиль) подготовки: Квантовая и СВЧ электроника  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## 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): старший преподаватель, к.н. Ларионов А.Л. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Alexander.Larionov@kpfu.ru ; редактор 1 категории Туманов В.А. (объединенная редакция журналов LJM, ЭБ и MRSej, КФУ), VaATumanov@kpfu.ru ; Кутузов Александр Сергеевич

**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	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

законы теории электромагнитного поля и сферы их применения.

Должен уметь:

использовать полученные знания для постановки задач по теории электромагнитных полей.

Должен владеть:

навыками постановки и решения задач классической электродинамики.

Должен демонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.23 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Квантовая и СВЧ электроника)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 70 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 38 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 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	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Математический аппарат классической электродинамики	5	1	0	4	0	0	0	3

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в вакууме.	5	9	0	4	0	0	0	6
3.	Тема 3. Электростатическое поле в вакууме и в веществе.	5	8	0	4	0	0	0	5
4.	Тема 4. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе.	5	8	0	4	0	0	0	5
5.	Тема 5. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в веществе. Электромагнитные волны и их излучение.	5	10	0	4	0	0	0	7
6.	Тема 6. Специальная теория относительности.	5	0	0	2	0	0	0	8
7.	Тема 7. Подготовка к письменной контрольной работе No 1.	5	0	0	8	0	0	0	2
8.	Тема 8. Подготовка к письменной контрольной работе No 2.	5	0	0	2	0	0	0	2
9.	Тема 9. Подготовка к письменной контрольной работе No 3.	5	0	0	2	0	0	0	0
	Итого		36	0	34	0	0	0	38

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Математический аппарат классической электродинамики

Элементы векторного анализа. Скалярные и векторные поля и операции над ними. Поток и циркуляция. Градиент, дивергенция, ротор, производная по направлению. Соленоидальное векторное поле. Потенциальное скалярное поле. Формула Остроградского-Гаусса и формула Стокса. Дельта-функция Дирака.

##### Тема 2. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в вакууме.

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в дифференциальной и интегральной формах. Уравнения Максвелла как обобщение экспериментальных фактов. Закон сохранения электрического заряда; уравнение непрерывности в дифференциальной и интегральной формах. Сила Лоренца. Закон сохранения энергии. Граничные соотношения для векторов  $E$  и  $H$  (соотношения для векторов  $E$  и  $H$  на заряженной поверхности, по которой течёт поверхностный ток). Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца.

##### Тема 3. Электростатическое поле в вакууме и в веществе.

Напряжённость и потенциал объёмного, поверхностного и линейного распределений зарядов в вакууме. Уравнение Пуассона для потенциала. Дельта-функция Дирака. Мультипольное разложение электростатического потенциала: кулоновский, дипольный и квадрупольный члены. Вектор дипольного момента системы зарядов и его свойства. Тензор квадрупольного момента системы зарядов и его свойства. Энергия электростатического поля. Собственная энергия подсистем и энергия взаимодействия подсистем. Сила, действующая на систему зарядов во внешнем электростатическом поле; потенциальная функция для силы. Энергия малой системы во внешнем электростатическом поле. Энергия точечного диполя во внешнем поле. Энергия взаимодействия двух точечных диполей. Усреднение уравнений Максвелла в веществе; уравнения электростатики. Свободные и связанные заряды в веществе. Вектор поляризации вещества. Выражение объёмной плотности и поверхностной плотности связанных зарядов вещества через вектор поляризации. Вектор электрической индукции. Граничные соотношения для векторов  $E$  и  $D$ . Связь векторов  $E$  и  $D$  (материальные соотношения); диэлектрическая восприимчивость (поляризуемость) и диэлектрическая проницаемость среды. Проводники и диэлектрики; граница между диэлектриками; граница между проводником и диэлектриком. Типичная задача электростатики проводников и диэлектриков, единственность её решения. Соотношения взаимности Грина. Потенциальные и ёмкостные коэффициенты.

#### **Тема 4. Магнитостатическое поле в вакууме и в веществе.**

Уравнение для векторного потенциала и его решение. Векторный потенциал объёмного, поверхностного и линейного токов. Формула Био-Савара-Лапласа. Векторный потенциал и магнитное поле на большом расстоянии от тока. Магнитный момент тока, его независимость от выбора начала координат. Магнитный момент плоского линейного тока. Гиромангнитное отношение. Энергия статического магнитного поля. Собственная энергия токов и энергия взаимодействия токов. Сила, действующая на постоянный ток во внешнем статическом магнитном поле; потенциальная функция для силы. Энергия тока во внешнем статическом магнитном поле. Энергия взаимодействия двух магнитных моментов. Усреднение уравнений Максвелла в веществе; уравнения магнитостатики. Элементарные токи в веществе (т.н. молекулярные токи). Вектор намагничённости вещества. Выражение объёмной плотности и поверхностной плотности элементарных (молекулярных) токов вещества через вектор намагничённости. Граничные соотношения для векторов  $H$  и  $B$ . Связь векторов  $H$  и  $B$  (материальные соотношения); магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость среды; диамагнетики, парамагнетики, сильные магнетики. Уравнение для векторного потенциала в случае изотропных однородных сред.

#### **Тема 5. Основные законы и уравнения теории электромагнитного поля в веществе. Электромагнитные волны и их излучение.**

Усреднение уравнений Максвелла в веществе. Соотношения для векторов  $E$ ,  $D$ ,  $H$ ,  $B$  на границе сред. Закон сохранения энергии. Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Неоднозначность введения потенциалов (калибровочная, или градиентная, инвариантность электромагнитного поля). Уравнения Даламбера для потенциалов; калибровка Лоренца.

Плоские электромагнитные волны в непроводящих средах. Плоские монохроматические волны. Сложение двух линейно поляризованных монохроматических волн одинаковых частот, бегущих в одном направлении. Затухание монохроматической волны в проводящей среде. Запаздывающие потенциалы как решения уравнений Даламбера: проверка этого факта с использованием  $\delta$ -функции и без неё; проверка выполнения калибровки Лоренца. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении.

#### **Тема 6. Специальная теория относительности.**

Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Сокращение движущегося масштаба и замедление хода движущихся часов. Закон сложения скоростей в теории относительности. Теория относительности и причинность. Релятивистский интервал. Четырёхмерная формулировка физических законов. Релятивистская кинематика. 4-радиус вектор, собственное время, 4-скорость, 4-ускорение. Релятивистская динамика. Уравнение Минковского. Формула Эйнштейна для энергии свободной частицы. Ультрарелятивистский и нерелятивистский пределы. Релятивистская электродинамика. Собственная плотность заряда. Закон сохранения заряда и преобразование объёмной плотности заряда. 4-плотность тока, 4-потенциал. Уравнения Даламбера для потенциалов и калибровка Лоренца в четырёхмерной форме. Преобразования потенциалов. Тензор электромагнитного поля. Преобразования полей. Релятивистские инварианты электромагнитного поля. Потенциалы и напряжённости электромагнитного поля быстро движущейся заряженной частицы. Уравнения Максвелла в четырёхмерной форме. 4-волновой вектор. Эффект Допплера и абберация света. Уравнение движения, функции Лагранжа и Гамильтона быстро движущейся частицы в электромагнитном поле.

#### **Тема 7. Подготовка к письменной контрольной работе No 1.**

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по математическому аппарату классической электродинамики, номера 1-5, 8, 9, 12-16, 37-52, 55, 56, 58, 59, 61, 62.

#### **Тема 8. Подготовка к письменной контрольной работе No 2.**

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по электростатике в вакууме и в веществе, номера 69, 71-82, 85, 94, 95, 98, 129-133, 142-144, 146, 181-185.

#### **Тема 9. Подготовка к письменной контрольной работе No 3.**

Задачи из "Сборника задач по электродинамике" В.В. Батыгина и И.Н. Топтыгина: задачи по магнитостатике в вакууме и в веществе, номера 241-248, 257, 262, 263, 267, 276.

### **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 науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

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

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Хасанов Б.М. Задачи по электродинамике сплошных сред. Учебно-методическое пособие. КФУ, 2013 - [http://kpfu.ru/portal/docs/F1511199095/Zadachi\\_po\\_elektrodinamike\\_sploshnih\\_sred.pdf](http://kpfu.ru/portal/docs/F1511199095/Zadachi_po_elektrodinamike_sploshnih_sred.pdf)

### **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)

Библиотека Library Genesis - <http://libgen.io>

Методические материалы кафедры теоретической физики КФУ -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki/metodicheskie-materialy>

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Разбор и усвоение лекционного материала. После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понять и запомнить все новые определения.</li> <li>- Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.</li> <li>- Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).</li> <li>- Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.</li> <li>- 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, например, отсканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.</li> </ul>
практические занятия	Необходимо активно участвовать в работе семинаров (выполнять все требования преподавателя, приходить подготовленными к занятию) и своевременно выполнять контрольные работы, не оставлять переписывание невыполненных заданий на зачеты и экзамены. Очень важно не пропускать занятия (лекции, а особенно практические занятия).

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>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.</p> <p>В самостоятельной домашней работе студентов можно выделить две составляющие: 1) разбор решений задач аудиторных занятий, 2) самостоятельное решение домашних задач. Таким образом, придя домой после каждого аудиторного занятия, студент должен сначала решить самостоятельно (не глядя в рабочую тетрадь) те задачи, которые решил преподаватель во время занятия. При возникновении трудностей во время решения какой-нибудь задачи следует разобрать решение этой задачи в тетради. Затем следует решить задачу самостоятельно без тетради. Сколько бы раз не приходилось возвращаться к тетради, настоятельно рекомендуется всё же научиться воспроизводить решение самостоятельно. Затем следует приступить к решению задач из домашнего задания. При возникновении трудностей рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Приветствуется совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы и/или прикрепив свой отсканированный или сфотографированный вариант решения для проверки. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии задач из тетради какого-нибудь одногруппника; разобрать их решение, решить их самостоятельно, а также решить задачи домашнего задания.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Залогом успешной сдачи всех экзаменов являются систематические, добросовестные занятия студента. Однако это не исключает необходимости специальной работы перед сессией и в период сдачи экзаменов. Специфической задачей работы студента в период экзаменационной сессии являются повторение, обобщение и систематизация всего материала, который изучен в течение года. Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии.</p> <p>В основу повторения должна быть положена только программа. Не следует повторять ни по билетам, ни по контрольным вопросам. Повторение по билетам нарушает систему знаний и ведет к механическому заучиванию, к 'натаскиванию'. Повторение по различного рода контрольным вопросам приводит к пропускам и пробелам в знаниях и к недоработке иногда весьма важных разделов программы. Повторение - процесс индивидуальный; каждый студент повторяет то, что для него трудно, неясно, забыто. Поэтому, прежде чем приступить к повторению, рекомендуется сначала внимательно посмотреть программу, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы и выписать их на отдельном листе.</p> <p>В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций или семинаров, и др. Ни в коем случае нельзя ограничиваться только одним конспектом, а тем более, чужими записями. Всякого рода записи и конспекты - вещи сугубо индивидуальные, понятные только автору. Готовясь по чужим записям, легко можно впасть в очень грубые ошибки. Само повторение рекомендуется вести по темам программы и по главам учебника. Закончив работу над темой (главой), необходимо ответить на вопросы учебника или выполнить задания, а самое лучшее - воспроизвести весь материал. Консультации, которые проводятся для студентов в период экзаменационной сессии, необходимо использовать для углубления знаний, для восполнения пробелов и для разрешения всех возникших трудностей. Без тщательного самостоятельного продумывания материала беседа с консультантом неизбежно будет носить 'общий', поверхностный характер и не принесет нужного результата.</p> <p>Памятка:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Накануне хорошо выспаться.</li> <li>2. Прийти на экзамен пораньше, чтобы прошло первое волнение.</li> <li>3. Билет брать, не раздумывая долго, но и не хватать его с отчаянным видом.</li> <li>4. Не читайте билет у стола преподавателя, назовите только его номер.</li> <li>5. На листе бумаги с большими интервалами на правой половине страницы набросайте примерную схему раскрытия первого вопроса. Когда общая схема готова, в промежутках запишите более подробный план раскрытия отдельных ее частей с включением аналитических выводов выражений, терминов и формул.</li> <li>6. Если чувствуете, что по первому вопросу ничего больше пока добавить не можете, переходите ко второму вопросу и готовьте его в той же последовательности, что и первый.</li> <li>7. Если Вы взяли билет, по которому плохо подготовлены, не спешите брать другой - сначала постарайтесь вспомнить все, что знаете по нему.</li> <li>8. Полезно вначале показать всю схему раскрытия вопроса, а затем ее детализировать.</li> <li>9. Отвечайте строго на вопрос. Не старайтесь, показывая кругозор, залезать в другие сферы, не включенные в данный вопрос. Поскольку этим Вы, во-первых, сможете создать впечатление, что Вы не знаете ответ на свой вопрос, во-вторых, Вы расширяете круг дополнительных вопросов преподавателя, что не всегда может быть в Вашу пользу.</li> <li>10. Не пытайтесь рассказать больше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.</li> <li>11. Будьте внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям - сознательно или нет, но он может натолкнуть Вас на припоминание нового, дополнительного материала или на понимание новой его стороны, чем надо тут же воспользоваться.</li> <li>12. Не бойтесь дополнительных вопросов - чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь Вам.</li> </ol>

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки "Квантовая и СВЧ электроника".

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

#### Основная литература:

1. Яцкевич, В. А. Классическая электродинамика : учебное пособие / В. А. Яцкевич. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 140 с.- ISBN 978-5-9729-0477-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167739> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: по подписке.
2. Батыгин, В. В. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности : учебное пособие / В. В. Батыгин, И. Н. Топтыгин. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0921-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210440> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Каликинский, И. И. Электродинамика : учебное пособие / И. И. Каликинский. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 159 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-16-006771-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062336> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Алексеев, А. И. Сборник задач по классической электродинамике : учебное пособие / А. И. Алексеев. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-8114-0854-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210092> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под редакцией Л. П. Питаевского. - 9-е изд., стереотип. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - Том 2 : Теория поля - 2020. - 508 с. - ISBN 978-5-9221-1568-1. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185651> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - 4-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 8 : Электродинамика сплошных сред. - 2005. - 656 с. - ISBN 5-9221-0123-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2234> (дата обращения: 15.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая и СВЧ электроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

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.