

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Электричество и магнетизм

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: 2023

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): доцент, к.н. (доцент) Никитин С.И. (Кафедра физики твердого тела, Отделение 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	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:

основные положения электростатики, описание электрического поля при наличии проводников и в диэлектриках, свойства различных видов диэлектриков, природу электропроводности металлов, полупроводников, жидкостей и газов, законы стационарного магнитного поля в вакууме и веществе, свойства различных видов магнетиков, основные положения электродинамики.

Должен уметь:

решать задачи о нахождении электрических и магнитных полей в вакууме и веществе, использовать правила Кирхгофа для расчета электрических цепей, вычислять энергию электрических и магнитных полей, решать задачи на тему 'Электромагнитная индукция';

применять полученные знания для объяснения явлений на междисциплинарных границах данного курса с другими областями знаний;

пользоваться основными измерительными приборами, используемыми в электричестве и магнетизме, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи по электричеству и магнетизму.

Должен владеть:

навыками построения математических моделей явлений, природа которых обусловлена законами электромагнетизма, использовать для изучения этих моделей доступный им математический аппарат.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания при изучении других разделов курса 'Общей физики' ('Оптика', 'Атомная физика', 'Ядерная физика'), при изучении курсов теоретической физики, курсов по радиофизике, применять полученные знания в практической деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Квантовая и СВЧ электроника)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2 курсе в 3 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 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 48 часа(ов), практические занятия - 60 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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- 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	
1.	Тема 1. Введение.	3	2	0	2	0	0	0	0
2.	Тема 2. Электрическое поле в вакууме.	3	4	0	8	0	0	0	4
3.	Тема 3. Электростатическое поле в проводниках и вблизи них.	3	4	0	8	0	0	0	4
4.	Тема 4. Электростатическое поле в диэлектриках и вблизи них.	3	4	0	8	0	0	0	4
5.	Тема 5. Энергия электрического поля.	3	4	0	4	0	0	0	4
6.	Тема 6. Постоянный электрический ток.	3	4	0	4	0	0	0	4
7.	Тема 7. Электропроводность металлов.	3	6	0	6	0	0	0	4
8.	Тема 8. Электропроводность полупроводников. Термоэлектрические явления.	3	4	0	4	0	0	0	4
9.	Тема 9. Электрический ток в жидкостях и газах.	3	4	0	2	0	0	0	0
10.	Тема 10. Стационарное магнитное поле.	3	4	0	6	0	0	0	0
11.	Тема 11. Магнитное поле в веществе.	3	2	0	4	0	0	0	4
12.	Тема 12. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла.	3	6	0	4	0	0	0	4
	Итого		48	0	60	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение.

Развитие представлений об электричестве. Электрический заряд, свойства электрического заряда, элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона (зависимость от расстояния, зависимость от зарядов). Его экспериментальная проверка. Опыт Кавендиша. Границы применимости закона Кулона.

Тема 2. Электрическое поле в вакууме.

Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции для электрических полей. Электростатическая теорема Гаусса. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Силовые линии напряженности электрического поля, их свойства. Работа сил электрического поля, теорема о циркуляции напряженности электрического поля. Граничные условия для нормальной и тангенциальной компонент напряженности электрического поля. Потенциальность электрического поля. Потенциал точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывного распределения зарядов. Уравнения Лапласа и Пуассона. Электрический диполь. Потенциал и напряженности поля диполя, силовые линии поля диполя. Диполь во внешнем постоянном электрическом поле. Силовые линии поля диполя. Диполь во внешнем постоянном электрическом поле.

Тема 3. Электростатическое поле в проводниках и вблизи них.

Проводники. Явление электрической индукции. Электростатическое поле при наличии проводников. Распределение электрических зарядов на поверхности проводника. Метод электростатических изображений. Сила, действующая на проводник во внешнем поле. Электроемкость. Емкость уединенного проводника. Емкостные и потенциальные коэффициенты, их свойства. Конденсаторы. Емкость плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов.

Тема 4. Электростатическое поле в диэлектриках и вблизи них.

Диэлектрики. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость. Связанные заряды. Теорема о потоке вектора поляризации. Электрическое смещение, диэлектрическая проницаемость. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков в интегральной и дифференциальной формах. Граничные условия для поляризации, напряженности и индукции электростатического поля. Локальное поле. Неполярные диэлектрики, формула Клаузиуса-Мосотти. Полярные диэлектрики и зависимость их диэлектрической проницаемости от температуры. Пьезоэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пироэлектрики.

Тема 5. Энергия электрического поля.

Энергия взаимодействия дискретных зарядов. Энергия взаимодействия при непрерывном распределении зарядов. Энергия точечного заряда во внешнем поле. Энергия диполя во внешнем поле. Энергия заряженного конденсатора. Собственная энергия. Объемная плотность энергии. Электрическая энергия системы заряженных проводников. Энергия электрического поля при наличии диэлектриков. Энергия электрического поля в неполярном диэлектрике. Энергия электрического поля в полярном диэлектрике. Силы, действующие на диэлектрик в электрическом поле. Максвелловские натяжения и давления.

Тема 6. Постоянный электрический ток.

Условия возникновения постоянного тока. Сторонние электродвижущие силы. Электрическое поле в проводнике с током и его источники. Закон Ома для участка цепи в интегральной и дифференциальной формах. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца и его дифференциальная форма. Линейные электрические цепи. Правила Кирхгофа.

Тема 7. Электропроводность металлов.

Природа носителей тока в металлах, опыты Толмена и Стюарта. Зависимость электропроводности от температуры. Закон Видемана-Франца. Классическая теория электропроводности и ее значение. Зонная теория твердых тел. Расщепление энергетических уровней и образование зон. Энергетические зоны металлов. Энергия Ферми. Статистика Ферми-Дирака. Проводимость неметаллических твердых тел. Явление сверхпроводимости.

Тема 8. Электропроводность полупроводников. Термоэлектрические явления.

Проводимость в рамках зонной теории. Собственная проводимость. Примесная проводимость. Доноры и акцепторы. Температурная зависимость проводимости полупроводника. p-n переход. Свойства p-n перехода. Контактная разность потенциалов. Электродвижущая сила (ЭДС). ТермоЭДС. Эффекты Пельтье, Зеебека, Томсона.

Тема 9. Электрический ток в жидкостях и газах.

Электролиты. Электролиз. Объединенный закон электролиза. Электролитическая диссоциация. Зависимость проводимости электролитов от температуры. Законы Фарадея. Электропроводность газов. Ионизация газов. Условия возникновения самостоятельного разряда. Виды газовых разрядов. Плазменное состояние вещества.

Тема 10. Стационарное магнитное поле.

Взаимодействие токов. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Поле элементарного тока. Магнитный момент элемента тока. Расчет магнитных полей системы токов. Магнитный момент системы токов. Сила и момент сил, действующие на ток в магнитном поле. Магнитный момент во внешнем поле.

Тема 11. Магнитное поле в веществе.

Гипотеза Ампера. Механизмы намагничивания. Молекулярные токи. Напряженность магнитного поля. Граничные условия для векторов магнитного поля. Диамагнетики и парамагнетики. Природа диамагнетизма, ларморова прецессия. Зависимость парамагнитной восприимчивости от температуры. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Петля гистерезиса. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Доменная структура ферромагнетика. Антиферромагнетизм. Понятие о магнитном резонансе.

Тема 12. Электромагнитная индукция. Уравнения Максвелла.

Индукция токов в движущихся проводниках. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Токи Фуко. Самоиндукция. Токи при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля контура с током. Плотность энергии магнитного поля. Индуктивность. Энергия магнетика во внешнем поле. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной формах. Вектор Уймова-Пойтинга.

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

Открытые видеолекции учебных курсов МГУ - <https://teach-in.ru/course/eletromagnet>

Сайт кафедры общей физики МГУ - http://genphys.phys.msu.ru/rus/edu/II_autumn.php

Сайт кафедры общей физики МГУ - https://moss.phys.msu.ru/materials/electric/Book_2010.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)

Открытые видеолекции учебных курсов МГУ - <https://teach-in.ru/course/eletromagnet>

Сайт кафедры общей физики МГУ - http://genphys.phys.msu.ru/rus/edu/II_autumn.php

Сайт кафедры общей физики МГУ - https://moss.phys.msu.ru/materials/electric/Book_2010.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</p> <p>После прослушивания и конспектирования лекций по данной дисциплине рекомендуется самостоятельно повторить пройденный материал, ознакомиться с содержанием соответствующих глав основной и дополнительной литературы, внести соответствующие дополнения в конспект лекций. Особое внимание необходимо уделить вопросам для самостоятельного изучения, которые лектор задал на прошедшей лекции. В завершении проработки лекционного материала рекомендуется просмотр на компьютере лекций по данной теме профессора МФТИ Станислав Мироновича Козела (Видеостудия МФТИ "Пульсар").</p>
практические занятия	<p>Здесь рекомендуется студентам в своих рабочих тетрадях в начале любой темы записать подробно методические указания по решению задач на данную тему. Эти указания должен предоставить ведущий преподаватель или же оно могут быть получены в результате знакомства с методическим пособием Электромагнетизм. Основные законы. Иродов И.Е.</p>
самостоятельная работа	<p>Здесь важно отметить, что она подразделяется на следующие виды:</p> <p>Работа с лекционным материалом (см. выше).</p> <p>Работа по решению задач (см. выше).</p> <p>Работа по подготовке к коллоквиумам по лекционному материалу и контрольным работам по решению задач. Работа по написанию рефератов по темам, предложенным лектором. Важно соблюдение правил оформления. Сведения на этот счет дает лектор на первой лекции. Их можно получить из Интернета.</p> <p>Работа с аудиовизуальным материалом. Здесь предусмотрен просмотр научно-популярных фильмов по пройденным на лекциях темам. Такой инновационный вид самостоятельной работы способствует лучшему усвоению материала курса лекций.</p>
экзамен	<p>Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы по курсу "Электричество и магнетизм" студенты должны использовать не только курс лекций и основную литературу, но и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы. За день или два до даты экзамена проводится консультация. На консультации преподавателю можно задать возникшие в ходе подготовке к экзамену вопросы.</p>

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: 2023

Основная литература:

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие / Д. В. Сивухин. - 5-е изд., стер. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 3 : Электричество - 2009. - 656 с. - ISBN 978-5-9221-0673-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2317> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Калашников, С. Г. Электричество : учебное пособие / С. Г. Калашников. - 6-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 624 с. - ISBN 978-5-9221-0900-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/59496> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики : учебник / Г. С. Ландсберг. - 14-е изд. . - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 2 : Электричество и магнетизм - 2011. - 400 с. - ISBN 978-5-9221-1255-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2240> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская, В. А. Прокудин. - 14-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 434 с. - ISBN 978-5-93208-513-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172247> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 10-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 322 с. - ISBN 978-5-00101-498-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/94160> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. - Том 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика - 2019. - 468 с. - ISBN 978-5-8114-4253-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/117715> (дата обращения: 25.05.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Электричество и магнетизм : учебное пособие / Ш. А. Пиралишвили, Е. В. Шалагина, Н. А. Каляева, Е. А. Попкова. - 2-е изд., доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-8114-2430-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91880> (дата обращения: 25.05.2023). - 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: 2023

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.