

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** Диэлектрическая спектроскопия

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика  
Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## 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 научный сотрудник, к.н. Лунев И.В. (НИЛ магнитной радиоспектроскопии и квантовой электроники им. С.А. Альтшулера, Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии), Lounev75@mail.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 фундаментальные знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач, в том числе в сфере педагогической деятельности;
ПК-2	Способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- типы связи в кристаллах, элементы зонной теории твердых тел, свойства диэлектриков, основы теории сегнетоэлектриков, пьезо- и пирозэлектриков;
- классификацию твердых тел по зонной модели на диэлектрики, полупроводники и металлы;

Должен уметь:

- различать и рассчитать виды поляризации (электронная, ионная, ориентационная);
- устанавливать связь между проницаемостью и поляризуемостью, понимать влияние на эти параметры внешних факторов (давления, температуры и частоты внешнего поля);

Должен владеть:

- полученными знаниями для практического применения в научно-исследовательской работе.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применить свои знания и умения в соответствующих областях науки и техники.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Квантовые устройства и радиофотоника)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 1 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 - 42 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 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. Физические явления в диэлектриках.	1	2	0	4	0	0	0	10
2.	Тема 2. Электропроводность, поляризация и	1	2	0	4	0	0	0	10
3.	Тема 3. Макроскопическая теория поляризации.	1	2	0	4	0	0	0	10
4.	Тема 4. Механизмы индуцированной поляризации.	1	2	0	4	0	0	0	9
5.	Тема 5. Связь макроскопических и микроскопических свойств диэлектриков.	1	2	0	4	0	0	0	9
6.	Тема 6. Дисперсия диэлектрической проницаемости.	1	2	0	4	0	0	0	9
7.	Тема 7. Фазовые переходы в диэлектриках.	1	2	0	4	0	0	0	9
	Итого		14	0	28	0	0	0	66

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Физические явления в диэлектриках.

Общая характеристика свойств диэлектриков. Воздействие электрического поля. Влияние магнитного поля, механических напряжений и температуры. Оптические эффекты в диэлектриках. Отличие диэлектриков от металлов и полупроводников. Оптические эффекты в диэлектриках. Отличие диэлектриков от металлов и полупроводников

###### Тема 2. Электропроводность, поляризация и

Основные параметры, характеризующие электропроводность диэлектриков. Механизмы электропроводности диэлектриков. Основные параметры, характеризующие поляризацию диэлектриков. Механизмы поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков.

###### Тема 3. Макроскопическая теория поляризации.

Электрическая индукция и поляризованность. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрики в макроскопической электродинамике. Термодинамическая теория поляризации диэлектриков.

###### Тема 4. Механизмы индуцированной поляризации.

Классификация модельных представлений об индуцированной поляризации. Особенности механизмов упругой поляризации. Электронная упругая поляризация. Ионная упругая поляризация. Дипольная упругая поляризация. Статическая и динамическая модели упругой поляризации. Дипольная поляризация, обусловленная тепловым движением. Ионная тепловая поляризация. Электронная тепловая поляризация.

###### Тема 5. Связь макроскопических и микроскопических свойств диэлектриков.

Диэлектрическая проницаемость газов. Приближение Лоренца при расчете внутреннего поля. Поляризация ионных кристаллов. Кристаллы с высокой диэлектрической проницаемостью. Поляризация полярных диэлектриков.

###### Тема 6. Дисперсия диэлектрической проницаемости.

Диэлектрические спектры. Размытый релаксационный спектр и распределение релаксаторов по частотам. Размытый резонансный спектр и распределение осцилляторов по частотам. Температурно-частотная зависимость  $\epsilon^*$  в сегнетоэлектриках типа порядок-беспорядок.

## **Тема 7. Фазовые переходы в диэлектриках.**

Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые переходы с изменением агрегатного состояния. Фазовые переходы типа диэлектрик-металл. Сегнетоэлектрические и антисегнетоэлектрические фазовые переходы. Фотостимулированные фазовые переходы. Фазовые переходы диэлектрик-сверхпроводник. Структурные фазовые переходы в твердых диэлектриках. Фазовые переходы в жидких диэлектриках.

## **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

Курс лекций по физике диэлектриков проф. Фельдмана Ю.Д. - [http://aph.huji.ac.il/courses/2008\\_9/83887/index.html](http://aph.huji.ac.il/courses/2008_9/83887/index.html)

Сканави Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей) - [http://rusfolder.com/32083190?ints\\_code=467016aacc316263b09b77df864a6dd8](http://rusfolder.com/32083190?ints_code=467016aacc316263b09b77df864a6dd8)

Электронные версии книг и статей по СВЧ технике - <http://kepstr.eltech.ru/tor/mt/statji.htm>

## **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 (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)**

Курс лекций по физике диэлектриков проф. Фельдмана Ю.Д. (Hebrew University of Jerusalem) - [http://aph.huji.ac.il/courses/2008\\_9/83887/index.html](http://aph.huji.ac.il/courses/2008_9/83887/index.html)

Сканави Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей) - [http://rusfolder.com/32083190?ints\\_code=467016aacc316263b09b77df864a6dd8](http://rusfolder.com/32083190?ints_code=467016aacc316263b09b77df864a6dd8)

Электронные версии книг и статей по СВЧ технике - <http://kepstr.eltech.ru/tor/mt/statji.htm>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.</p> <p>Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</p> <p>В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.</p> <p>Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью.</p> <p>Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы.</p>
практические занятия	<p>Важной составной частью учебного процесса являются практические занятия. Цель практических занятий ? закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебной дисциплины. Практические занятия помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести практические навыки экспериментальной работы.</p> <p>Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Под самостоятельной работой студентов понимается планируемая учебная, учебно-исследовательская, а также научно-исследовательская работа, которая выполняется во внеаудиторное время по инициативе самого студента или по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.</p> <p>Целью самостоятельной работы является формирование профессиональной компетентности бакалавра радиофизика. Самостоятельная работа способствует развитию ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального (в том числе научного) уровня. Все виды самостоятельной работы могут быть разделены на основные и дополнительные. Основные виды самостоятельной работы выполняются в обязательном порядке с последующим контролем результатов преподавателем, который проводит лекционные и практические занятия в студенческой группе. Дополнительные виды самостоятельной работы выполняются по выбору студента и сопровождаются контролем результатов преподавателем. Дополнительные виды самостоятельной работы рекомендуются тем студентам, которые наиболее заинтересованы в изучении конкретной дисциплины и в последующем планируют поступление в магистратуру, аспирантуру.</p> <p>Следует отметить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.</p> <p>Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.</p> <p>В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.</p> <p>При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.</p> <p>В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику.</p> <p>Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал.</p>
зачет	<p>Для оценки знаний обучающихся в КФУ применяется Регламент №0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"" (регламент размещен на странице Департамента образования сайта КФУ). Данный регламент определяет содержание, методику и единый подход к использованию балльно-рейтинговой системы оценки знаний студентов КФУ.</p> <p>Рейтинговые показатели по дисциплине формируются на основе результатов текущего контроля знаний обучающихся в течение семестра (Блок 1) и по итогам промежуточной аттестации (Блок 2).</p> <p>Полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы, соответствует 100 баллам. Максимальный результат (без учета поощрения обучающегося за участие в научной деятельности или особые успехи в изучении дисциплины), который может быть достигнут студентом по Блоку 1, составляет 50 баллов, по Блоку 2 ? 50. Если обучающийся получает рейтинговую оценку ниже 100 баллов, то это означает, что какая-то доля от общего необходимого объема знаний обучающимся не усвоена. За каждый из рейтинговых показателей (Блок 1 и Блок 2) обучающийся может набрать любое количество баллов в интервале от 0 до 50.</p> <p>В случае неудовлетворительной оценки на зачете обучающийся в установленном порядке имеет возможность пересдать зачет в течение дополнительной сессии.</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.

Компьютерный класс.

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 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Квантовые устройства и радиофотоника".



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

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Сироткин, О. С. Основы современного материаловедения : учебник / О. С. Сироткин. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 364 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009335-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941751> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений : учебник / В.Ф. Важов, В.А. Лавринович. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 262 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010565-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1939082> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика : учебное пособие / под ред. Ф. Ф. Литвина. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 263 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005727-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816818> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
4. Стрекалов, Ю. А. Физика твердого тела: учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2018. - 307 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-00967-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/959952> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
5. Путинцев, Д. Н. Строение и свойства простых веществ. Благородные газы: учебное пособие / Д. Н. Путинцев, Н. М. Путинцев. - Москва: ИНФРА-М, 2018. - 261 с. - (Высшее образование : Бакалавриат). - ISBN

#### Дополнительная литература:

1. Томилин, В. И. Физическое материаловедение. Ч. 1. Пассивные диэлектрики : учебное пособие в 2 ч. / В. И. Томилин, Н. П. Томилина, В. А. Бахтина. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 280 с. - ISBN 978-5-7638-2510-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/440908> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Шишкин, А. В. Исследование физических свойств материалов. Ч. 1: Электрические свойства твердых диэлектриков / Шишкин А.В., Дутова О.С. - Новосибирск : НГТУ, 2009. - 60 с.: ISBN 978-5-7782-1257-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548065> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Поплавко, Ю. М. Физика активных диэлектриков: учебное пособие / Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 480 с. ISBN 978-5-9275-0636-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556078> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.
4. Привалов, Е.Е. Электроматериаловедение : учебное пособие / Е.Е. Привалов; Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь: АГРУС, 2012. - 196 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515127> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

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

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовые устройства и радиофотоника

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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.