

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Лаборатория диэлектрической спектроскопии

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

## 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) начальник отдела Васильева М.А. (Отдел образования Института физики КФУ, Институт физики), Maria.Vasilyeva@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-3	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-4	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-2	способностью использовать основные методы радиофизических измерений
ПК-3	владением компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий
ПК-4	владением методами защиты интеллектуальной собственности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- знать теорию диэлектрической поляризации в статическом поле;
- знать диэлектрические свойства жидкости в области дисперсии;
- знать методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь.

Должен уметь:

- различать виды поляризации;
- рассчитывать термодинамические характеристики твердых и жидких диэлектриков.

Должен владеть:

- полученными знаниями для практического применения в научно-исследовательской работе;
- методами защиты интеллектуальной собственности.

Должен демонстрировать способность и готовность:

проведения экспериментальных работ для исследования различных параметров диэлектриков.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Теория диэлектрической поляризации в статическом электрическом поле. Локальное поле Лоренца. Формула Клаузиуса-Мосотти для неполярных жидкостей и газов. Уравнение Дебая. Локальное поле Онзагера. Теория Кирквуда-Фрелиха.	8	4	0	0	0
2.	Тема 2. Электропроводность диэлектриков.	8	4	0	0	
3.	Тема 3. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.	8	4	0	0	12
4.	Тема 4. Методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь. Резонансные методы.	8	4	0	0	
5.	Тема 5. Коаксиальные методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь.	8	4	0	0	
6.	Тема 6. Волноводные методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь.	8	4	0	0	12
7.	Тема 7. Методы, использующие волны в свободном пространстве.	8	4	0	0	
8.	Тема 8. Современный метод широкополосной диэлектрической спектроскопии	8	2	0	0	
9.	Тема 9. Временная диэлектрическая спектроскопия	8	2	0	0	6
10.	Тема 10. Интеллектуальная собственность. Методы защиты интеллектуальной собственности.	8	4	0	0	6
	Итого		36	0	0	36

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Теория диэлектрической поляризации в статическом электрическом поле. Локальное поле Лоренца. Формула Клаузиуса-Мосотти для неполярных жидкостей и газов. Уравнение Дебая. Локальное поле Онзагера. Теория Кирквуда-Фрелиха.

Виды поляризации. Определение электрической поляризации, поляризованности (вектора поляризации), поляризуемости. Классификация видов поляризации. Физическая суть каждого из видов поляризации. Понятие поляризуемости молекулы. Поляризация электронного смещения. Поляризация ионного смещения. Упруго-дипольная поляризация и ее зависимость от дипольного момента молекулы и энергии межмолекулярных связей. Ионно-релаксационная поляризация. Понятие о релаксации процесса. Зависимость ионно-релаксационной поляризации от различных факторов. Вывод уравнения для вектора поляризации и поляризуемости. Дипольно-релаксационная (дипольно-ориентационная) поляризация, ее сходство и отличие от ионно-релаксационной поляризации. Уравнение дипольно-релаксационной поляризуемости. Эффект насыщения. Межслойная (миграционная) поляризация.

Уравнение Клаузиуса - Мосотти. Определение макроскопического и локального поля в диэлектрике. Поле Лоренца в диэлектрике. Вывод уравнения напряженности локального поля. Вывод уравнения Клаузиуса - Мосотти.

Теории Онзагера и Кирквуда для полярных жидкостей: допущения, основное уравнение, недостатки теории. Зависимость диэлектрической проницаемости полярных жидкостей от температуры.

Поляризация неполярных твердых диэлектриков. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры и давления. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости.

## **Тема 2. Электропроводность диэлектриков.**

Виды электропроводности. Природа сквозной электропроводности. Подвижность заряженных частиц. Виды электропроводности: ионная, электронная, молионная (электрофоретическая). Явления электролиза и электрофореза.

Электропроводность газов. Ионизация газов. Зависимость подвижности ионов от различных факторов. Процесс рекомбинации газов: сущность, зависимость от времени. Зависимость тока от напряжения в газе. Ток насыщения.

Электропроводность жидких диэлектриков. Способы очистки жидкостей. Ионная электропроводность. Роль примесей в полярных и неполярных жидкостях. Теория электрической проводимости Френкеля. Влияние температуры на электропроводность жидких диэлектриков. Закон Вальдена. Электрофоретическая электропроводность жидкостей. Закон Вальдена для электрофоретической проводимости. Зависимость тока от напряжения для жидких диэлектриков в слабых и сильных электрических полях.

Электропроводность твердых диэлектриков. Ионная и электронная проводимости. Явление электролиза в твердых диэлектриках. Определение носителей зарядов в твердых диэлектриках (метод Турбандта). Падение тока в твердых диэлектриках во времени. Влияние примесей, влаги, структуру, температуры. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.

## **Тема 3. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков.**

Потери при поляризации, потери при электропроводности. Процессы абсорбции в диэлектриках. Ток абсорбции при макроскопическом поле. Теоретическая и экспериментальная зависимости тока абсорбции от времени.

Диэлектрические потери, обусловленные медленно устанавливающейся поляризацией (релаксационные потери) при переменном поле. Активный и реактивный токи. Тангенс угла диэлектрических потерь. Удельные диэлектрические потери. Потери и диэлектрическая проницаемость при учете сквозной проводимости и различных видов поляризации. Быстрые и медленные процессы в реальном диэлектрике. Зависимость диэлектрических потерь от частоты и температуры.

Диэлектрические потери в неполярных и полярных диэлектриках. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от частоты и температуры. Зависимость диэлектрических потерь от напряжения и влажности.

Пробивное напряжение и электрическая прочность диэлектриков. Математическая формулировка пробоя диэлектриков. Коэффициент запаса электрической прочности изоляции. Тепло- и массоперенос в диэлектрических материалах; электрическое, тепловое и механическое старение и пробой диэлектриков (электрической изоляции).

Пробой газов. Коэффициент ударной ионизации. Теория ударной ионизации Таунсенда (поверхностная и объемная ионизация). Коэффициент ударной ионизации. Роль фотоэффекта. Условия пробоя газов. Природа пробоя газа при нормальном и повышенном давлениях (стримерная теория пробоя). Роль фотоионизации. Влияние на электрическую прочность газа формы электродов и расстояния между ними, давления, температуры, состава и влажности. Закон Пашена. Зависимость электрической прочности газа от длительного приложения напряжения и частоты переменного поля. Пробой газов между цилиндрическими и игольчатыми электродами.

Пробой жидких диэлектриков. Возможные механизмы пробоя жидких диэлектриков. Примеси в жидкостях. Влияние воды и твердых примесей на электрическую прочность жидких диэлектриков. Зависимость пробивного напряжения от длительности его приложения. Влияние материала электрода на пробивное напряжение. Зависимость электрической прочности от площади электродов и расстояния между ними, давления, плотности и температуры. Теории пробоя жидких диэлектриков: мостиковая, тепловая, электронная, теория химического разложения.

Пробой твердых диэлектриков. Возможные механизмы пробоя. Общая характеристика теплового и электрического пробоя. Теория теплового пробоя Вагнера и Фоак. Протекание теплового пробоя во времени. Теории электрического пробоя: Роговского, Иоффе, Френкеля вследствие разрыва диэлектрика по микротрещине и квантово-механические теории электрического пробоя твердых диэлектриков неударным механизмом. Пробой твердых диэлектриков вследствие ударной ионизации электронами. Формирование и развитие разряда в твердых диэлектриках. Зависимость электрической прочности от времени воздействия напряжения и температуры. Теории пробоя Фрейлиха и Хиппеля - Каллена. Электрохимический пробой.

#### **Тема 4. Методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь. Резонансные методы.**

Метод биений. Метод расстройки контуров. Метод Куметра. Методы измерения в объемном резонаторе.

#### **Тема 5. Коаксиальные методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь.**

Методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь в частотном диапазоне 50 МГц - 18 ГГц с помощью коаксиальных систем и волноводов.

#### **Тема 6. Волноводные методы измерения диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь.**

Метод короткого замыкания. Балансные методы. Замедляющие системы и компенсационный принцип измерений. Метод "тонкого" образца. Метод частичного заполнения сечения волновода. Метод вариации толщины образца.

#### **Тема 7. Методы, использующие волны в свободном пространстве.**

Методы, использующие волны в свободном пространстве в миллиметровом диапазоне.

#### **Тема 8. Современный метод широкополосной диэлектрической спектроскопии**

Основные принципы диэлектрических измерений на широкополосном диэлектрическом спектрометре BDS Concept-80 (NOVOCONTROL). Низкочастотный и высокочастотный блоки диэлектрического спектрометра BDS Concept-80.

#### **Тема 9. Временная диэлектрическая спектроскопия**

Общие принципы методов временной диэлектрической спектроскопии. Метод многократных отражений. Метод шунтирующей сосредоточенной емкости. Экспериментальная установка "Диполь".

#### **Тема 10. Интеллектуальная собственность. Методы защиты интеллектуальной собственности.**

Объекты интеллектуальной собственности. Охрана интеллектуальной собственности. Интеллектуальные права. Авторское право. Права, смежные с авторскими. Патентное право.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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)

Электронный образовательный ресурс "Физика диэлектриков" - <http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=1603>

### **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)**

Защита интеллектуальной собственности: учебное пособие / В.В. Сергеевичев, Т.Г. Бочарова, А.И. Травкина. СПб.: СПбГЛТУ, 2011. - <http://spbftu.ru/UserFiles/Image/MTD/mech/zashint.pdf>

Новикова С. Ю. Физика диэлектриков. Электронное учебное пособие. - <http://ctl.mpei.ru/DocHandler.aspx?p=pubs/phd/phd.pdf>

Плотников В.П. Физика проводников и диэлектриков - <http://window.edu.ru/resource/782/21782/files/plotnikov.pdf>

Турик А.В., Богатин А.С. Диэлектрическая проницаемость и потери гетерогенных систем - [http://sfedu.ru/www/umr.umr\\_download?p\\_umr\\_id=11329](http://sfedu.ru/www/umr.umr_download?p_umr_id=11329)

Физика диэлектриков. Электронное учебное пособие. Национальный исследовательский университет МЭИ - <http://ctl.mpei.ru/DocHandler.aspx?p=pubs/phd/title.html>

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

Методические рекомендации для обучающихся по планированию и организации времени

Материал дисциплины излагается последовательно и темы взаимосвязаны в соответствии с рабочим планом дисциплины. Желательно следовать графику УМКД и равномерно распределять время на протяжении семестра.

Описание последовательности действий обучающихся

Студент предварительно знакомится с УМК дисциплины на сайте университета. Проверяет доступ к электронным версиям литературы. На первом занятии задает преподавателю интересующие его вопросы по организации освоения курса. Посещает аудиторные занятия и самостоятельно прорабатывает разделы дисциплины в соответствии с рекомендациями УМК дисциплины.

## Методические рекомендации по использованию УМК

Желательно ознакомиться с электронной версией УМК до первого занятия по дисциплине. Следует изучить рабочий график дисциплины, основные темы. На первом занятии преподаватель объяснит особенности применения БРС, график изучения дисциплины.

## Методические рекомендации по работе с литературой

В ходе аудиторных занятий даются ссылки на соответствующие разделы используемых литературных источников и учебно-методических пособий.

## Методические рекомендации по подготовке к зачету

При подготовке к зачету следует ориентироваться на вопросы и тестовые задания, имеющиеся в УМК. Как правило, требуется ответить на два теоретических вопроса и ответить на дополнительные вопросы преподавателя по курсу. Перед зачетом будет проведена консультация.

## Методические рекомендации при работе над конспектом лекций во время проведения лекции

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. 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. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

## Методические рекомендации по самостоятельной работе

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.

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.

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.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

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.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

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.



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.

Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов. Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План - это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект - это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект - это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект - составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

#### Методические рекомендации по подготовке рефератов

Подготовка рефератов направлена на развитие и закрепление у студентов навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы по актуальным проблемам дисциплины; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации.

Рефераты должны отвечать высоким квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана. Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д.

Темы рефератов, как правило, посвящены рассмотрению одной проблемы. Объем реферата может быть от 12 до 15 страниц машинописного текста, отпечатанного через 1,5 интервала, (список литературы и приложения в объем не входят).

Текстовая часть работы состоит из введения, основной части и заключения.

Во введении студент кратко обосновывает актуальность избранной темы реферата, раскрывает конкретные цели и задачи, которые он собирается решить в ходе своего небольшого исследования.

В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы.

В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы.

В список литературы (источников и литературы) студент включает только те документы, которые он использовал при написании реферата.

В приложении (приложения) к реферату могут выноситься таблицы, графики, схемы и другие вспомогательные материалы, на которые имеются ссылки в тексте реферата.

Требования к оформлению рефератов совпадают с требованиями к выпускным квалификационным работам.

Студенту следует сверить точность числовых, фактических данных, цитат и ссылок. Ответственность за достоверность используемой информации несет автор.

Реферат должен быть выполнен к сроку указанному преподавателем в соответствии с рабочей программой дисциплины и учебным планом и сдан преподавателю в напечатанном и/или электронном виде.

#### **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 "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.10 Лаборатория диэлектрической спектроскопии

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Основная литература:**

1. Электричество и магнетизм / Зильберман Г.Е., - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 376 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=552552>
2. Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 307 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - <http://znanium.com/bookread2.php?book=363421>
3. Устройства СВЧ и антенны [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Филонов, А. Н. Фомин, Д. Д. Дмитриев [и др.] ; ред. А. А. Филонов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 492 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=505864>
4. Жук А. П. Защита информации [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.П. Жук, Е.П. Жук, О.М. Лепешкин, А.И. Тимошкин. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 392 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=474838>

**Дополнительная литература:**

1. Гусев Ю.А. Основы диэлектрической спектроскопии. Учебное пособие. Казань: КГУ. 2008. - URL: [http://kpfu.ru/docs/F312491640/gusev\\_diel\\_spectrosc.pdf](http://kpfu.ru/docs/F312491640/gusev_diel_spectrosc.pdf)
2. Гусев Ю.А. Спецпрактикум по сверхвысоким частотам. Учебное пособие, 2-е изд. Казань: КГУ, 2008. - URL: [http://kpfu.ru/docs/F835435083/gusev\\_svch.pdf](http://kpfu.ru/docs/F835435083/gusev_svch.pdf)
3. Dielectric Relaxation Phenomena in Complex Systems: Tutorial / Yu. Feldman, Yu.A. Gusev, M.A. Vasilyeva. - Kazan: Kazan University, 2012. - P. 134. URL: [http://kpfu.ru/docs/F789845537/Dielectric\\_Relaxation\\_Phenomena\\_in\\_Complex\\_Systems.pdf](http://kpfu.ru/docs/F789845537/Dielectric_Relaxation_Phenomena_in_Complex_Systems.pdf)
4. Лунев И.В., Сараев Д.В., Гончаров В.А., Гусев, Ю.А. Измерение комплексной диэлектрической проницаемости методом временной диэлектрической спектроскопии. Учебно-методическое пособие. Казань: Изд-во полиграфический комплекс физического факультета КГУ, 2010. - 17 с. URL: [http://kpfu.ru/docs/F893302253/Izmerenie\\_diel\\_pronicaemosti\\_VDS\\_2010.pdf](http://kpfu.ru/docs/F893302253/Izmerenie_diel_pronicaemosti_VDS_2010.pdf)
5. Физика активных диэлектриков: учебное пособие / Поплавко Ю.М., Переверзева Л.П., Раевский И.П. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2009. - 480 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=556078>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.10 Лаборатория диэлектрической спектроскопии

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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.