

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

Е.А. Турилова

17 февраля 2023 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике)

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) Тюрин В.А. (Кафедра радиофизики, Высшая школа киберфизических систем и прикладной электроники), Vladimir.Tiourin@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-2	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-2	способностью использовать основные методы радиофизических измерений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные положения в области теории спектров сигналов, активных и пассивных фильтров, задерживающих цепей, усилительных и генераторных устройств, теории колебаний и синхронизации, теории ошибок и обработки эксперимента, принципы действия аналоговых и цифровых радиоизмерительных приборов.

Должен уметь:

ориентироваться в вопросах построения и анализа радиотехнических схем, а также применения современной элементной базы, пользоваться основными методами описания колебательных и волновых процессов в различных средах, методами расчета радиотехнических и электронных систем.

Должен владеть:

навыками практической работы с современными радиотехническими устройствами и измерительными приборами, методами измерений и методами обработки данных, методами учета и минимизации ошибок эксперимента.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с использованием электромагнитных сигналов для передачи, приема и обработки информации в радиотехнических цепях,
- к использованию современных методов обработки сигналов, основных принципов и законов построения и функционирования радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, методов анализа электромагнитных процессов в этих цепях,
- к эксплуатации современной радиофизической аппаратуры и оборудования,
- к работе с современными образовательными и информационными технологиями.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.35 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Квантовая и СВЧ электроника)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 180 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 180 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; зачет в 6 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. СИГНАЛЫ. 2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА.	5	0	0	0	0	15	0	6
1.	Тема 1. СИГНАЛЫ. 1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ.	5	0	0	0	0	15	0	4
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ.	5	0	0	0	0	15	0	6
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.	5	0	0	0	0	16	0	6
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 5). ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ	5	0	0	0	0	15	0	6
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.	5	0	0	0	0	16	0	6
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.	6	0	0	0	0	12	0	8
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.	6	0	0	0	0	12	0	8
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 11). Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ.	6	0	0	0	0	12	0	10
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 10). Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.	6	0	0	0	0	12	0	8
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР.	6	0	0	0	0	12	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная рабо- та
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 9). Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР.	6	0	0	0	0	12	0	10
5.	Тема 5. ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. 13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ	6	0	0	0	0	10	0	8
6.	Тема 6. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ. 14). Лабораторная работа АНТЕННЫ.	6	0	0	0	0	10	0	8
	Итого		0	0	0	0	184	0	104

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. СИГНАЛЫ. 2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА.

Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА. Произвольный сигнал, спектр которого ограничен частотой  $f_b$ , может быть полностью восстановлен, если известны значения этого сигнала, взятые через равные промежутки времени  $1/2f_b$ . Обобщенный спектр сигнала. Дискретизация и восстановление аналогового сигнала на основе теоремы Котельникова. Анализ причин появления ошибок при восстановлении аналогового сигнала. Экспериментальная оценка ошибки восстановления.

##### Тема 1. СИГНАЛЫ. 1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ.

Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ. Спектр сигнала. Дискретный (линейчатый) спектр. Спектр периодического сигнала. Спектры сигналов на входе и выходе линейной цепи. Аппаратурные методы анализа спектра сигнала. Спектр сигнала существует, если сигнал  $S(t)$  можно представить в виде суммы гармонических колебаний. Представление  $S(t)$  в виде суммы гармонических колебаний называют спектральным разложением Фурье. Гармонические колебания представляют собой ортогональный базис. Ортогональность базиса - это условие единственности разложения [2]. Гармонический базис не единственный ортогональный базис. Известны ортогональные базисы, образованные функциями Уолша, функциями Котельникова и т.д.

##### Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ.

Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ. Фильтром называется устройство пропускающее сигналы в заданном диапазоне частот и задерживающее сигналы вне этого диапазона. Четырехполосники. Системы параметров. Вторичные пара-метры четырехполосника. Цепочечные LC-фильтры как четырехполосники. Многозвенный фильтр нижних частот (ФНЧ) как модель отрезка длинной линии. Измерение характеристических параметров ФНЧ.

##### Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.

Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ. Элементы синтеза фильтра с заданной частотной характеристикой. Фильтры Баттерворта, Чебышева, Бесселя. Расчет и выбор элементов реализуемых фильтров. Чувствительность. Все параметры фильтра в той или иной степени зависят от отклонения фактических номиналов конденсаторов и резисторов от их рас-четных значений. Для учета влияния номиналов элементов на параметры фильтра используют понятия чувствительности. В общем случае под чувствительностью (или функцией чувствительности) понимают меру изменения интересующего параметра фильтра при отклонении одного или нескольких его элементов от номинальных значений.

##### Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 5). ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ

Линией задержки называют четырехполюсник, который осуществляет задержку сигнала с без или с допустимыми искажениями формы. Искусственная линия как функциональный узел задержки сигнала во времени. Процессы в линии при вариации нагрузки и внутреннего сопротивления источника. Экспериментальное исследование задержки прямоугольного импульса искусственной линией. Формирование прямо-угольного импульса отрезком длинной линии. Экспериментальная проверка с помощью линии задержки.

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.**

Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ. Широкополосное усиление можно осуществить на основе систем, как с сосредоточенными, так и распределенными параметрами. При усилении сигналов в полосе частот до нескольких мегагерц обычно используют резисторные (RC) усилители с высокочастотной (ВЧ) коррекцией на биполярных или полевых транзисторах. При необходимости усиления в полосе до нескольких сотен мегагерц применяют усилители распределенного усиления (УРУ), построенные на основе искусственных линий (линий задержки). По сравнению с резисторными ШПУ УРУ имеют качественно иной принцип усиления. Полосу пропускания в десятки мегагерц можно получить также в усилителях на трансформаторах с распределенными параметрами. В данной же лабораторной работе уделяется внимание свойствам и характеристикам распространенного резисторного широкополосного усилительного каскада на биполярном транзисторе и вопросам улучшения его характеристик с помощью ВЧ коррекции. Целью данной лабораторной работы является экспериментальная проверка основных теоретических положений, касающихся амплитудно-частотной и переходной характеристик резисторного усилителя, их связи и методов коррекции. Причины уменьшения коэффициента усиления на низких и высоких частотах. Коррекция частотных характеристик. Частотные и временные характеристики, их взаимосвязь.

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.**

Отрицательные и положительные обратные связи. Влияние отрицательной обратной связи на свойства усилителя. на Принцип работы электронного усилителя. Базовые схемы усилителей на биполярном и полевом транзисторах, на радио-лампе. Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ. Типы обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи на характеристики линейного усилителя. Стабилизирующее действие отрицательной обратной связи.

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.**

Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ. Уравновешенный четырехполюсник. Идеальный дифференциальный усилитель - уравновешенный мост. Режим по постоянному току. Понятие о симметричном и синфазном сигналах. Входное сопротивление для симметричного сигнала, коэффициент усиления. Входное сопротивление для синфазного сигнала и коэффициент усиления. По-давление синфазного сигнала в дифференциальном усилителе.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 11). Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ.**

Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ. Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ) находит широкое применение на практике: стабилизация частоты мощного генератора маломощным гетеродином, синхронизация строчной развертки в телевизионном приемнике, выделение несущей при синхронном приеме и т.п. Цель работы - познакомиться с конкретной реализацией системы автоматического регулирования - системой фазовой автоподстройки частоты. Изучение основ общей теории систем автоматического регулирования. Изучение фазового детектора. Изучение генератора управляемого напряжением. Теоретический анализ режимов работы ФАПЧ методом фазовой плоскости. Экспериментальная проверка выводов теории. Измерение характеристики фазового детектора. Изучение выходного сигнала фазового детектора в режимах синхронизма и биений. Измерение характеристики управления ГУН. Измерение областей захватывания и удержания.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 10). Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.**

ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ. Сопротивление, как элемент электрической цепи, полностью описывается вольт-амперной характеристикой (ВАХ)  $I = I(U)$ . Если выполняется закон Ома  $I = U/R$ , то график ВАХ - прямая линия, а сопротивление - линейное. Если ВАХ нелинейна, то и сопротивление - нелинейное. Когда физика нелинейного сопротивления не представляет интереса, то обобщенной моделью выбирают нелинейный безынерционный двухполюсник. На практике роль такого двухполюсника играет диод. Фазовый портрет автоколебаний. Переход от гармонических колебаний к релаксационным в LC-генераторе с отрицательным сопротивлением. Построение фазового портрета установления автоколебаний с использованием эмпирической вольт-амперной характеристики диода.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР.**

Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР. Свободные и вынужденные колебания в линейных и нелинейных радиоцепях. Резонансные явления. Принудительная синхронизация (захватывание) LC-генератора гармонических колебаний. Экспериментальная проверка выводов теории, использующей метод медленно меняющихся амплитуд.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 9). Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР.**

Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР. В данной работе изучается LC-генератор гармонических колебаний- типичный пример автоколебательной системы радиочастотного диапазона. Автоколебания. Мягкое и жёсткое самовозбуждение автоколебательной системы. Исследование транзисторного LC-генератора методом средней крутизны. Измерение средней крутизны.

#### **Тема 5. ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. 13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ**

Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ. Устанавливаются требования к элементам идеального ГЛИН. Однопереходный транзистор как управляемый ключ. Принудительная синхронизация ГЛИН. Области синхронизации при синхронизации сигналами различной формы. Явление самоэкранирования. Экспериментальное определение областей синхронизации при различных форма

#### **Тема 6. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ. 14). Лабораторная работа АНТЕННЫ.**

Изучаются основные положения теории рупорных антенн сантиметрового диапазона, их первичные и вторичные параметры, технические характеристики. Экспериментально измеряются их характеристики, производится калибровка детектора СВЧ колебаний. Экспериментально измеряются диаграммы направленности антенны и открытого конца волновода. Вычисляются вторичные параметры.

### **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

### **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)**

КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru>

Популярно об электронике - <http://www.radiokot.ru>

Радиолоцман - <http://www.radiolocman.ru>

Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>

Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>

ЭБС БиблиоРоссика - <http://bibliorossica.com/>

ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>

ЭБС ЛАНЬ - <http://e.lanbook.com/>

Электроника для всех - <http://www.easyelectronics.ru>

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



Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p><b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ</b> по выполнению лабораторных работ</p> <p>1. При получении темы лабораторной работы, студент должен получить у инженера лаборатории учебно-методическое пособие по лабораторной работе и технические описания приборов в твердом и в электронном виде. Затем необходимо обсудить с преподавателем основные положения теории, которым следует уделить внимание. Готовить теорию и приборы можно вне лаборатории. При подготовке теории следует составлять конспект, что помогает запоминанию материала.</p> <p>2. Изучать раздел 'Работа с прибором' следует, находясь непосредственно перед изучаемым прибором. После консультаций с инженером лаборатории, необходимо включить прибор и проследить за реакцией прибора на манипуляции с органами управления.</p> <p>3. После того как сдана теория и комплект приборов, следует внимательно прочитать все пункты задания и составить алгоритм измерений.</p> <p>4. Перед началом работы следует включить все приборы комплекта радиоизмерительного оборудования и прогреть их не менее 15 минут. Во время прогрева приборов внимательно прочитать все пункты задания на проведение эксперимента, чтобы составить для себя план эксперимента. Затем произвести необходимые измерения, последовательно выполняя все пункты задания и строго следуя всем рекомендациям. Результаты измерений занести в соответствующую таблицу рабочей тетради. Оценить реальность полученных результатов (правильность считывания показаний).</p> <p>5. Обработка экспериментальных данных;</p> <p>А) При обработке экспериментальных данных с помощью компьютера можно воспользоваться пакетами 'MathCad', 'MatLab' или 'Origin'. Массив данных, введенный для построения графика, следует усреднить, используя фитинг.</p> <p>Б) При обработке экспериментальных данных вручную для построения графиков следует воспользоваться миллиметровой бумагой. Массив дискретных точек на графике необходимо подвергнуть графическому усреднению.</p> <p>6. Анализ полученных результатов. Окончив обработку данных, необходимо провести анализ полученных результатов. Анализ заключается в соотношении их качественным и количественным теоретическим оценкам и определении элементарных абсолютных и приведенных погрешностей, которые должны находиться в пределах 10%. При обнаружении несоответствия полученных результатов выводам теории, повторить измерения и найти допущенную ошибку.</p> <p>7. Оформление отчета.</p> <p>А) При оформлении отчета по лабораторной работе с помощью компьютера необходимо придерживаться рекомендаций к оформлению отчетов по научно-исследовательской работе. Отчет должен включать титульный лист с указанием</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Организации, в которой выполнялась лабораторная работа</li> <li>- Названия лабораторной работы</li> <li>- Фамилии и номера группы исполнителя</li> <li>- Фамилии преподавателя.</li> </ul> <p>Далее следует изложение конечных результатов в виде графиков и, при необходимости, таблиц. Весь материал должен быть расположен строго по пунктам задания. Каждый график должен иметь номер и подпись к рисунку. Каждый раздел должен заканчиваться очень кратким выводом. В конце отчета необходимо поместить раздел 'Закключение' с общим выводом по всем результатам работы</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p><b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ</b> дисциплины БЗ.В.4 'Радиофизика и электроника' (спецпрактикум по радиофизике)</p> <p>Самостоятельную работу по данной дисциплине можно представить в виде комплекса отдельных видов работы, выполняемых последовательно. Рассмотрим их более подробно.</p> <p>1. Изучение теории к лабораторной работе. Данный вид самостоятельной работы имеет внеаудиторную форму, поскольку учебно-методические пособия по каждой лабораторной работе представлены как в бумажном, так и в электронном видах. Поэтому студент имеет возможность изучать теорию вне лаборатории. Несмотря на свободный режим, перед началом работы студенту рекомендуется обратиться к преподавателю и выяснить наиболее важные положения - 'реперные точки', на которые следует обратить особое внимание. Далее необходимо составить алгоритм будущего рассказа, взяв за основу те реперные точки, которые обозначил преподаватель. Для надежного восприятия изучать материал необходимо одновременно с подготовкой конспекта, который поможет сориентироваться во время рассказа.</p> <p>2. Изучение комплекта радиоизмерительного оборудования. Изучение оборудования следует производить по следующим пунктам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Назначение прибора;</li> <li>- Основные технические характеристики;</li> <li>- Принцип действия по блок-схеме;</li> <li>- Работа с прибором.</li> </ul> <p>Первые три пункта относятся к внеаудиторной работе. Технические описания изучаемых приборов представлены в достаточном количестве и бумажном, и в электронном видах, поэтому студент имеет свободный график работы. Последний же пункт предполагает работу в лаборатории, непосредственно с изучаемым прибором. В этом случае необходимо, по согласованию с инженером лаборатории, включить прибор и познакомиться с его реакцией на манипуляции с органами управления. Особое внимание следует обратить на то, как правильно производить отсчеты измеряемых величин.</p> <p>3. Выполнение эксперимента; Этот вид работы является аудиторным, хотя и полностью самостоятельным. Тем не менее, в критических случаях, студент может обратиться за помощью и к преподавателю и к инженеру лаборатории.</p> <p>К выполнению эксперимента студент допускается только после сдачи теоретической части лабораторной работы. Перед началом работы следует включить все приборы комплекта радиоизмерительного оборудования и прогреть их не менее 15 минут. Во время прогрева приборов внимательно прочитайте все пункты задания на проведение эксперимента, чтобы составить для себя план эксперимента. Затем произвести необходимые измерения, последовательно выполняя все пункты задания и строго следуя всем рекомендациям. Результаты измерений занести в соответствующую таблицу рабочей тетради. Оценить реальность полученных результатов (правильность считывания показаний).</p> <p>4. Обработка экспериментальных данных;</p> <p>А) При обработке экспериментальных данных с помощью компьютера можно воспользоваться пакетами 'MathCad', 'MatLab' или 'Origin'. Массив данных, введенный для построения графика, следует усреднить, используя фитинг.</p> <p>Б) При обработке экспериментальных данных вручную для построения графиков следует воспользоваться миллиметровой бумагой. Массив дискретных точек на графике необходимо подвергнуть графическому усреднению.</p> <p>5. Анализ полученных результатов. Окончив обработку данных, необходимо провести анализ полученных результатов. Анализ заключается в сопоставлении их качественным и количественным теоретическим оценкам и определении элементарных абсолютных и приведенных погрешностей, которые должны находиться в пределах 10%. При обнаружении несоответствия полученных результатов выводам теории, повторить измерения и найти допущенную ошибку.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p><b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНАМ И ЗАЧЕТАМ</b></p> <p>Изучение каждой дисциплины заканчивается определенными методами контроля, к которым относятся: текущая аттестация, зачеты и экзамены.</p> <p>Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. При подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.</p> <p>Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний.</p> <p>При осуществлении подготовки в сессионный период и во время самой процедуры зачета или экзамена полезно ориентироваться на следующие проверенные практикой указания.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При подготовке к экзамену следует использовать учебную литературу, предназначенную для студентов высших учебных заведений.</li> <li>2. При возможности выбора, в связи с резким ухудшением качества дореформенной подготовки учебной литературы начиная с 90-х гг. XX в., следует использовать второе или третье издание книги, желательно содержащее указание что издание 'переработано и дополнено'. Это дает некоторую надежду, что выявленные ошибки будут устранены. По возможности, следует перепроверять сведения, содержащиеся в учебниках по другим видам изданий и источникам. Следует также учитывать, что некоторые ошибки переносятся из одного учебника в другой, поэтому при подготовке к экзаменам будет полезно обратиться к лекционному курсу, в котором обращалось внимание на некоторые из наиболее распространенных ошибок.</li> <li>3. При выполнении самостоятельной работы сначала подготовь место для занятий: убери со стола лишние вещи, удобно расположи нужные учебники, пособия, тетради, бумагу, карандаши и т. п.</li> <li>4. Можно ввести в интерьер комнаты желтый и фиолетовый цвета, поскольку они повышают интеллектуальную активность. Для этого бывает достаточно какой-либо картинки в этих тонах или эстампа.</li> <li>5. Составь план занятий. Для начала определи: кто ты - 'сова' или 'жаворонок', и в зависимости от этого максимально используй утренние или вечерние часы. Составляя план на каждый день подготовки, необходимо четко определить, что именно сегодня будет изучаться, не вообще 'немного позанимаюсь', а конкретно какие именно разделы и темы нужно усвоить за определенное время.</li> <li>6. Начни с самого трудного, с того раздела, который знаешь хуже всего. Но если тебе трудно 'раскататься', можно начать с того материала, который тебе больше всего интересен и приятен. Возможно, постепенно войдешь в рабочий ритм, и дело пойдет.</li> <li>7. Меняй занятия и отдых, скажем, 40 минут занятий, затем 10 минут - перерыв. Можно в это время помыть посуду, полить цветы, сделать зарядку, принять душ.</li> <li>8. Не надо стремиться к тому, чтобы прочитать и запомнить наизусть весь учебник. Полезно структурировать материал за счет составления планов, схем, причем желательно на бумаге. Планы полезны и потому, что их легко использовать при кратком повторении материала.</li> <li>9. Одной из самых распространенных в настоящее время ошибок студентов - ответ не по вопросу. Поэтому при подготовке к экзамену следует внимательно вчитываться в формулировку вопроса и уточнить возникшие неясности во время предэкзаменационной консультации.</li> <li>10. Все возникающие сомнения и вопросы следует разрешать только с преподавателем, в этом случае вы можете получить гарантированно точный и правильный ответ.</li> </ol>

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

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

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

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

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

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.35 Радиофизика и электроника (специализация по радиофизике)

**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. Каганов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс : учебное пособие / В. И. Каганов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. - 498 с. - (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-00091-447-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009313> (дата обращения: 25.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. Никулин, В. И. Теория электрических цепей : учебное пособие / В. И. Никулин. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. - 240 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01179-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002351> (дата обращения: 16.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
3. Арсеньев, Г. Н. Основы теории цепей : учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.Л. Чепурнов ; под ред. Г.Н. Арсеньева. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. - 448 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0466-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1739900> (дата обращения: 16.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
4. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 9-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0368-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210338> (дата обращения: 24.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Дополнительная литература:**

1. Тюрин, В. А. Цифровой запоминающий осциллограф. Устройство и принцип действия: учеб.-метод. пособие / В. А. Тюрин. - Казань: Казан. ун-т, 2016. - 101 с. [Электронный ресурс] Сайт КФУ. - Режим доступа: открытый. - URL: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=144374](http://kpfu.ru/publication?p_id=144374) (дата обращения: 27.08.2023). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.
2. Бойко Б.П., Тюрин В.А. Спектр сигнала: учебно-методическое пособие / Б.П. Бойко, В.А. Тюрин.- Казань: Казанский федеральный университет, 2015. - 38 с. [Электронный ресурс] Сайт КФУ. Режим доступа: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=105781](http://kpfu.ru/publication?p_id=105781) (дата обращения: 27.08.2023). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.
3. Тюрин В.А. Измерение частоты и интервалов времени. Учебно-методическое пособие. Казанский государственный университет. - Казань, 2007. - 30 с. [Электронный ресурс] Сайт кафедры радиофизики. Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru/?p=734> (дата обращения: 27.08.2023). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.
4. Бойко Б. П. , Курганов А. Р., Нугманов И. С. ,Сюняев Р. З. Цифровой спектральный анализ и оконные функции (методическая разработка к лабораторному практикуму). Казань 2012, 30 . [Электронный ресурс] Сайт кафедры радиофизики. Режим доступа: [http://radiosys.ksu.ru/book/kurganov\\_2012\\_01.pdf](http://radiosys.ksu.ru/book/kurganov_2012_01.pdf) (дата обращения: 27.08.2023). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.
5. 6. Тюрин В.А. Метод прямого цифрового синтеза в генераторах сигналов специальной формы SFG-2110 и АК ИП-3410/3: учебно-методическое пособие / В.А. Тюрин. - Казань: Казанский федеральный университет, 2015. - 74 с. [Электронный ресурс] Сайт КФУ. - Режим доступа: [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=138359](http://kpfu.ru/publication?p_id=138359) (дата обращения: 27.08.2023). - Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.
6. Тюрин В.А., Бойко Б.П. Резисторный широкополосный усилитель на биполярном транзисторе. Учебно-методическое пособие., КФУ, 2011. - 46 с. [Электронный ресурс] Сайт кафедры радиофизики. - Текст: электронный ресурс. - URL: [http://radiosys.ksu.ru/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/tyurin\\_shirokopolosnyj\\_usilitel.pdf](http://radiosys.ksu.ru/wordpress/wp-content/uploads/2012/11/tyurin_shirokopolosnyj_usilitel.pdf) (дата обращения: 27.07.2023). - Режим доступа: для авторизованных пользователей.

7. Орлова, М. Н. Схемотехника : курс лекций : учебное пособие / М. Н. Орлова, И. В. Борзых. - Москва : МИСИС, 2016. - 83 с. - ISBN 978-5-87623-981-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93603> (дата обращения: 24.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Физические основы электроники : полевые приборы : лабораторный практикум : учебное пособие / С. И. Диденко, В. П. Астахов, Ф. М. Барышников, И. В. Борзых. - Москва : МИСИС, 2016. - 56 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93629> (дата обращения: 24.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Бишоп, О. Электронные схемы и системы : учебное пособие / О. Бишоп ; перевод с английского А. Н. Рабодзей. - Москва : ДМК Пресс, 2016. - 576 с. - ISBN 978-5-97060-172-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93262> (дата обращения: 24.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Смирнов, Ю. А. Физические основы электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 560 с. - ISBN 978-5-8114-1369-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211208> (дата обращения: 16.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника : учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин ; под ред. П.Д. Саркисова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 479 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - [www.dx.doi.org/10.12737/13474](http://www.dx.doi.org/10.12737/13474). - ISBN 978-5-16-102391-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1003357> (дата обращения: 27.07.2023). - Режим доступа: по подписке.
12. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с. (Высшее образование) ISBN 978-5-16-009061-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/420583> (дата обращения: 27.07.2023). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.35 Радиофизика и электроника (специализация по  
радиофизике)*

**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.