

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. Гаюровский  
ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)



01 » июня 2021 г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Схемотехника

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

## 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-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;
ПК-1	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

физические законы, лежащие в основе методов расчета режимов постоянного и переменного тока радиотехнических цепей, временного и спектрального анализа, а также используемый математический аппарат;

принципы действия и основные свойства наиболее распространенных полупроводниковых приборов;

основные понятия топологий пассивных и активных радиотехнических цепей.

Должен уметь:

ориентироваться в особенностях применения современной элементной базы при построении принципиальных схем электронных устройств;

пользоваться основными методами расчета и анализа радиотехнических цепей.

пользоваться доступными средствами электронного моделирования электронных устройств.

Должен владеть:

навыками работы с измерительными приборами;

методами измерений и методами обработки экспериментальных данных.

навыками получения информации из литературных источников, баз данных и источников компьютерных и сетевых технологий.

Должен демонстрировать способность и готовность:

к изучению и анализу новых схемных решений различных электронных устройств.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.37 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.03 "Радиофизика (Информационные процессы и киберфизические системы)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 64 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 8 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ Проводимость веществ, зонные диаграммы. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость. Электронно-дырочный переход (ЭДП). Вольт-амперная характеристика. Параметры перехода ? дифференциальная проводимость, барьерная и диффузионная емкости.	5	2	0	2	0	0	0	1
2.	Тема 2. Тема 2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ Выпрямляющий и омический контакты металл-полупроводник. Выпрямительный диод. Упрощенная структура, параметры. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Сглаживающие фильтры. Стабилитрон. Принцип действия, параметры. Параметрический стабилизатор, ограничители амплитуды. Универсальный и импульсный диоды, диод Шоттки. Параметры и характеристики импульсных диодов.	5	2	0	2	0	0	0	1
3.	Тема 3. Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ Туннельный диод. Устройства на туннельном диоде ? мультивибратор, ждущий мультивибратор, триггер, генератор синусоидального колебания. Варикап и его применение ? изменение частоты резонансных систем, изменение постоянной времени RC цепей. Фотодиоды. Излучающие диоды. Оптроны.	5	2	0	2	0	0	0	1
4.	Тема 4. Тема 4. ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ ПРИБОРЫ Динистор. Диак. Тиристор. Симистор. Триак. Структура. Принцип действия. Вольт-амперная характеристика. Параметры. Применение.	5	2	0	2	0	0	0	1
5.	Тема 5. Тема 5. БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР Определение биполярного транзистора. Условное графическое изображение. Упрощенная внутренняя структура. Принцип действия. Режимы работы и включение биполярного транзистора. Вольт-амперные характеристики ОБ и ОЭ.	5	2	0	2	0	0	0	1

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
6.	Тема 6. ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ Определение полевого транзистора. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и изолированным затвором. Статические характеристики, параметры. Включение. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Режим постоянного тока. Способы установки режимов постоянного тока. Особенности схемотехники электронных устройств на полевых транзисторах. Аналоговые ключи. Модуляторы, демодуляторы.	5	2	0	2	0	0	0	1
7.	Тема 7. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ УСТРОЙСТВА. УСИЛИТЕЛИ Определение, основные понятия и классификация усилителей. Основные характеристики ? амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная, переходная характеристики. Усилительный каскад с общим эмиттером и общим истоком. Режим постоянного тока и класс усиления. Принцип усиления. Дифференциальный усилитель.	5	2	0	2	0	0	0	1
8.	Тема 8. ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ. Определение и общие положения. Положительные и отрицательные обратные связи (Вид). Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току (Тип). Влияние ООС на основные характеристики усилителя. Усилительный каскад с ОЭ и ООС z и y - типа. Усилительный каскад с ОБ (ООС g ? типа). Усилительный каскад с ОК (ООС h ? типа).	5	2	0	4	0	0	0	1
9.	Тема 9. ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ Определение операционного усилителя (ОУ). Упрощенная внутренняя структура ОУ. Обозначение операционного усилителя на функциональных и принципиальных схемах. Основные характеристики операционных усилителей и их классификация. Понятие идеального ОУ.	5	2	0	4	0	0	0	1

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
10.	Тема 10. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Повторитель. Дифференциальный усилитель. Инвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференциатор. Интегросумматор. Однопороговый компаратор. Триггер Шмитта.	5	2	0	4	0	0	0	1
11.	Тема 11. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА Генераторы синусоидальных колебаний. Определение генератора. Понятие автоколебательной системы. Условия баланса фаз и баланса амплитуд. Положительная и отрицательная обратные связи в усилителях. Генераторы синусоидальных колебаний: RC ?генераторы. Схемотехника RC ?генераторов.	5	2	0	2	0	0	0	0
12.	Тема 12. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА Генераторы синусоидальных колебаний: LC-генератор. Уравнение LC-генератора. Физика самовозбуждения. Схемотехника LC-генераторов. Индуктивная и емкостная трехточка. Особенности схемотехники генераторов на полевых и биполярных транзисторах.	5	2	0	2	0	0	0	0
13.	Тема 13. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ Амплитудный модулятор, частотный и фазовый модуляторы. Модуляторы используются для модуляции соответствующего параметра несущего синусоидального колебания информационным низкочастотным колебанием. Базовая, коллекторная и эмиттерная модуляция. Преобразователь частоты. Преобразование частоты сигнала ? это процесс, который обеспечивает линейный перенос спектра сигнала на оси частот без изменения его структуры. Умножитель частоты.	5	2	0	2	0	0	0	0

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
14.	Тема 14. Тема 14. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ Амплитудный линейный детектор. Амплитудный квадратичный детектор. При квадратичном детектировании используется начальный нелинейный участок вольтамперной характеристики (ВАХ) биполярного транзистора или диода. Синхронный детектор. Суть синхронного детектирования состоит в умножении частоты сигнала на опорное колебание с несущей частотой. Частотный дискриминатор. фазовый детектор. Ограничитель сигнала.	5	2	0	2	0	0	0	
	Итого		28	0	34	0	0	0	10

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Тема 1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ** Проводимость веществ, зонные диаграммы. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость. Электронно-дырочный переход (ЭДП). Вольт-амперная характеристика. Параметры перехода ? дифференциальная проводимость, барьерная и диффузионная емкости.

Тема 1. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ Проводимость веществ, зонные диаграммы. Собственные и примесные полупроводники, их проводимость. Электронно-дырочный переход (ЭДП). Симметричный и несимметричный переходы. Переход в равновесном состоянии и при внешнем воздействии. Вольт-амперная характеристика. Параметры перехода ? дифференциальная проводимость, барьерная и диффузионная емкости.

**Тема 2. Тема 2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ** Выпрямляющий и омический контакты металл-полупроводник. Выпрямительный диод. Упрощенная структура, параметры. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Сглаживающие фильтры. Стабилитрон. Принцип действия, параметры. Параметрический стабилизатор, ограничители амплитуды. Универсальный и импульсный диоды, диод Шоттки. Параметры и характеристики импульсных диодов.

Тема 2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ Выпрямляющий и омический контакты металл-полупроводник. Выпрямительный диод. Упрощенная структура, параметры. Однополупериодный и двухполупериодный выпрямители. Сглаживающие фильтры. Стабилитрон. Принцип действия, параметры. Параметрический стабилизатор, ограничители амплитуды. Универсальный и импульсный диоды, диод Шоттки. Параметры и характеристики импульсных диодов.

**Тема 3. Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ** Туннельный диод. Устройства на туннельном диоде ? мультивибратор, ждущий мультивибратор, триггер, генератор синусоидального колебания. Варикап и его применение ? изменение частоты резонансных систем, изменение постоянной времени RC цепей. Фотодиоды. Излучающие диоды. Оптроны.

Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ Туннельный диод. Устройства на туннельном диоде ? мультивибратор, ждущий мультивибратор, триггер, генератор синусоидального колебания. Варикап и его применение ? изменение частоты резонансных систем, изменение постоянной времени RC цепей. Фотодиоды. Излучающие диоды. Оптроны.

**Тема 4. Тема 4. ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ ПРИБОРЫ** Динистор. Диак. Тиристор. Симистор. Триак. Структура. Принцип действия. Вольт-амперная характеристика. Параметры. Применение.

Тема 4. ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ ПРИБОРЫ

Динистор - это кремниевый четырехслойный полупроводниковый прибор с тремя p-n переходами. Диак - симметричный динистор. Тиристор - управляемый это кремниевый четырехслойный полупроводниковый прибор с тремя p-n переходами. Симистор (триак).- симметричный тиристор. Структура. Принцип действия. Вольт-амперная характеристика. Параметры. Применение.

**Тема 5. Тема 5. БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР** Определение биполярного транзистора. Условное графическое изображение. Упрощенная внутренняя структура. Принцип действия. Режимы работы и включение биполярного транзистора. Вольт-амперные характеристики ОБ и ОЭ.

**Тема 5. БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР** Определение биполярного транзистора. Условное графическое изображение. Упрощенная внутренняя структура. Принцип действия. Режимы работы и включение биполярного транзистора. Вольт-амперные характеристики ОБ и ОЭ. Формальные и физические эквивалентные схемы. Составной транзистор.

**Тема 6. ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ** Определение полевого транзистора. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и изолированным затвором. Статические характеристики, параметры. Включение. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Режим постоянного тока. Способы установки режимов постоянного тока. Особенности схемотехники электронных устройств на полевых транзисторах. Аналоговые ключи. Модуляторы, демодуляторы.

Тема 6. ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ Определение полевого транзистора. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и изолированным затвором. Статические характеристики, параметры. Включение. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Режим постоянного тока. Способы установки режимов постоянного тока. Особенности схемотехники электронных устройств на полевых транзисторах. Аналоговые ключи. Модуляторы, демодуляторы.

**Тема 7. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ УСТРОЙСТВА. УСИЛИТЕЛИ** Определение, основные понятия и классификация усилителей. Основные характеристики ? амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная, переходная характеристики. Усилительный каскад с общим эмиттером и общим истоком. Режим постоянного тока и класс усиления. Принцип усиления. Дифференциальный усилитель.

Тема 7. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ УСТРОЙСТВА. УСИЛИТЕЛИ Определение, основные понятия и классификация усилителей. Основные характеристики ? амплитудная, амплитудно-частотная, фазо-частотная, переходная характеристики. Усилительный каскад с общим эмиттером и общим истоком. Режим постоянного тока и класс усиления. Принцип усиления. Дифференциальный усилитель.

**Тема 8. ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.** Определение и общие положения. Положительные и отрицательные обратные связи (Вид). Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току (Тип). Влияние ООС на основные характеристики усилителя. Усилительный каскад с ОЭ и ООС z и y - типа. Усилительный каскад с ОБ (ООС g ? типа). Усилительный каскад с ОК (ООС h ? типа).

Тема 8. ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ. Определение и общие положения. Положительные и отрицательные обратные связи (Вид). Параллельные и последовательные ООС. ООС по напряжению и току (Тип). Влияние ООС на основные характеристики усилителя. Усилительный каскад с ОЭ и ООС z и y - типа. Усилительный каскад с ОБ (ООС g ? типа). Усилительный каскад с ОК (ООС h ? типа).

**Тема 9. ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ** Определение операционного усилителя (ОУ). Упрощенная внутренняя структура ОУ. Обозначение операционного усилителя на функциональных и принципиальных схемах. Основные характеристики операционных усилителей и их классификация. Понятие идеального ОУ.

Тема 9. ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Определение операционного усилителя (ОУ). Упрощенная внутренняя структура ОУ. Обозначение операционного усилителя на функциональных и принципиальных схемах. Основные характеристики операционных усилителей. Особенности амплитудной характеристики для симметричных и синфазных сигналов. Классификация ОУ. Понятие идеального ОУ.

**Тема 10. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ** Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Повторитель. Дифференциальный усилитель. Инвертирующий сумматор. Интегратор. Дифференциатор. Интегросумматор. Однопороговый компаратор. Триггер Шмитта.

Тема 10. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ

Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Повторитель. Логарифмический усилитель. Дифференциальный усилитель. Инвертирующий сумматор. Интегратор. Интегросумматор. Дифференциатор. ОУ в стабилизаторах напряжения и тока.

Однопороговый компаратор. Триггер Шмитта.

**Тема 11. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА** Генераторы синусоидальных колебаний. Определение генератора. Понятие автоколебательной системы. Условия баланса фаз и баланса амплитуд. Положительная и отрицательная обратные связи в усилителях. Генераторы синусоидальных колебаний: RC ?генераторы. Схемотехника RC ?генераторов.

Тема 11. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА Генераторы синусоидальных колебаний. Определение генератора. Понятие автоколебательной системы. Условия баланса фаз и баланса амплитуд. Положительная и отрицательная обратные связи в усилителях. Генераторы синусоидальных колебаний: RC ?генераторы. Схемотехника RC ?генераторов. Генератор с четырехполосником Вина. Генератор с фазосдвигающей цепью.

**Тема 12. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА** Генераторы синусоидальных колебаний: LC-генератор. Уравнение LC-генератора. Физика самовозбуждения. Схемотехника LC-генераторов. Индуктивная и емкостная трехточка. Особенности схемотехники генераторов на полевых и биполярных транзисторах.



**Тема 12. ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА** Генераторы синусоидальных колебаний: LC-генератор. LC-генератор используется для получения высокочастотных гармонических колебаний и представляет собой резонансный усилитель с параллельным к LC колебательным контуром, включенным в цепь коллектора. К усилителю подключена цепь положительной обратной связи в виде катушки L<sub>св</sub> и конденсатора С, соединяющего по переменному току базу транзистора с землей (это один из вариантов схемного решения). Уравнение LC-генератора. Физика самовозбуждения. Схемотехника LC-генераторов. Индуктивная и емкостная трехточка. Особенности схемотехники генераторов на полевых и биполярных транзисторах.

**Тема 13. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ** Амплитудный модулятор, частотный и фазовый модуляторы. Модуляторы используются для модуляции соответствующего параметра несущего синусоидального колебания информационным низкочастотным колебанием. Базовая, коллекторная и эмиттерная модуляция. Преобразователь частоты. Преобразование частоты сигнала ? это процесс, который обеспечивает линейный перенос спектра сигнала на оси частот без изменения его структуры. Умножитель частоты.

Тема 13. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ Амплитудный модулятор, частотный и фазовый модуляторы. Модуляторы используются для модуляции соответствующего параметра несущего синусоидального колебания информационным низкочастотным колебанием. Базовая, коллекторная и эмиттерная модуляция. Преобразователь частоты. Преобразование частоты сигнала ? это процесс, который обеспечивает линейный перенос спектра сигнала на оси частот без изменения его структуры. Огибающая сигнала и его начальная фаза при этом не изменяются. Другими словами, преобразование частоты не искажает закон изменения амплитуды, частоты или фазы модулированных колебаний. Умножитель частоты. Умножение частоты - это процесс получения колебаний с частотой кратной частоте исходного колебания. Умножение частоты применяется в случае, если по каким - либо причинам невозможно получить колебание с требуемой частотой (на частотах нескольких сотен мегагерц и выше) или при необходимости получить частоту колебаний с точностью кратную определенной частоте.

**Тема 14. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ** Амплитудный линейный детектор. Амплитудный квадратичный детектор. При квадратичном детектировании используется начальный нелинейный участок вольтамперной характеристики (ВАХ) биполярного транзистора или диода. Синхронный детектор. Суть синхронного детектирования состоит в умножении частоты сигнала на опорное колебание с несущей частотой. Частотный дискриминатор. фазовый детектор. Ограничитель сигнала.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ Амплитудный линейный детектор. В практических схемах часто используется линейный режим детектирования (линейное детектирование), когда рабочая точка расположена на линейном участке ВАХ, что возможно при достаточно большой величине сигнала, поданного на вход детектора. В этом случае ВАХ может быть представлена в виде двух отрезков прямых линий. Амплитудный квадратичный детектор. Квадратичное детектирование применяется для детектирования сигналов малой амплитуды (до 1 В). При квадратичном детектировании используется начальный нелинейный участок вольтамперной характеристики (ВАХ) биполярного транзистора или диода. Синхронный детектор. Суть синхронного детектирования состоит в умножении частоты сигнала на опорное колебание с несущей частотой. Результат умножения содержит два слагаемых. Первое - это искомая амплитудная функция, второе - АМ-сигнал с удвоенной несущей частотой. Этот высокочастотный сигнал легко удаляется ФНЧ. Однако необходимо очень точное совпадение начальных фаз опорного колебания демодулятора и несущего колебания АМ-сигнала. Базовое, коллекторное и эмиттерное детектирование. Частотный дискриминатор. фазовый детектор. Ограничитель сигнала.

## 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)**

- 1) Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>
- 2) Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>
- 3) ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>
- 4) ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекция - одна из важнейших форм приобретения новых и систематизации полученных ранее знаний. Вместе с тем не следует думать, что на лекции можно получить абсолютно исчерпывающую информацию по конкретной теме учебной программы. Чаще всего, ограниченность времени, выделяемого преподавателю учебным планом, делает подобную цель недостижимой. Поэтому лектор обычно ставит перед собой комплекс более узких задач. Лекция по конкретной теме может содержать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- развернутый план изложения материала; своеобразный "скелет", облегчающий самостоятельное изучение (к тому же, часто вопросы лекций совпадают с вопросами итогового контроля знаний);</li> <li>- более подробное изложение наиболее сложных для понимания проблем, дискуссионных вопросов, результатов новейших научных исследований, которые еще не отражены или изложены нечетко и неполно в имеющихся учебных пособиях; ведь учебник, только выйдя из типографии, начинает устаревать.</li> </ul> <p>Последнее обстоятельство делает регулярное посещение и конспектирование лекций жизненно необходимым для успешного изучения предмета. Вместе с тем, первокурсники обычно сталкиваются с тем фактом, что темп чтения лекции отличается от привычной им по средней школе диктовки и у них создается впечатление невозможности записать получаемую информацию.</p> <p>Традиционная ошибка - прекратить писать, надеясь на память или на последующее списывание конспекта у более удачливого товарища. Запомнить все со слуха и с первого раза могут лишь особо талантливые люди, число которых очень невелико. Чужой же конспект очень часто оказывается "нечитаемым", так как писавший его делал это только для себя и исходил из собственного уровня знаний и понимания. Да и почерк далеко не у всех разборчив.</p> <p>Писать конспект всегда надо самому. Во-первых, это способствует усвоению материала, ибо "включает" особый вид памяти - "моторную". Во-вторых - навык быстрого осмысления и письменной фиксации устной информации имеет огромное значение в последующей профессиональной деятельности.</p> <p>Для того чтобы научиться конспектировать, следует понять ненужность дословного записывания всего материала, излагаемого лектором (то, что нужно записать дословно, преподаватель всегда выделит и повторит).</p> <p>Хороший конспект предполагает синтез: надо внимательно выслушать мысли лектора, а потом сжато записать их своими словами, обязательно используя сокращения. Конкретная форма сокращений всегда индивидуальна, но можно выделить ряд общих правил:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наиболее часто употребляемые в данном курсе термины можно обозначать определенным значком как в форме буквы (допустим, Г, ИП, ФП...), так и рисунка (стрелка, обозначающая логический переход или действие, фигурные скобки или знак суммы, обозначающие вывод или итог и т. д.);</li> <li>- сокращение должно впоследствии легко прочитываться - для этого от слова обычно оставляют корень и окончание (например, "дискриминация" - дискрим-я, "легисакционного" - легисакц-го).</li> </ul> <p>В лекции могут встречаться непонятные термины или имена собственные. Если преподаватель не повторил или не объяснил их сам, не следует прерывать лекцию вопросом (это не менее невежливо, чем возглас "подождите, я не успеваю записать"). Лучше поставить рядом с записанным словом вопросительный знак ("?") и на перемене или в часы консультаций обратиться к преподавателю за разъяснениями.</p> <p>Кроме того, грамотный студент должен заранее готовиться к лекции. Если приходиться на лекцию, не имея ни малейшего представления об ее предмете, то понять лектора, как бы тот ни старался, будет, мягко говоря, трудновато. Но этого можно избежать: в начале пособия приведены программа и тематический план данного курса с указанием аудиторных часов, отводимых на изучение каждой конкретной темы. Значит всегда можно знать тематик</p>
практические занятия	<p>Посещение и работа студента на практическом занятии позволяет в процессе решения задач и коллективного обсуждения результатов их решения глубже усвоить теоретические положения, сформировать отдельные практические умения и навыки, научиться правильно обосновывать методику выполнения расчетов, четко и последовательно проводить расчеты, формулировать выводы и предложения. Работа на практическом занятии дает возможность студенту всесторонне изучить дисциплину и подготовиться для самостоятельной работы. В процессе выполнения аудиторных практических работ студент подтверждает полученные знания, умения и навыки, которые формируют соответствующие компетенции.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы - закрепление и углубление полученных знаний и навыков, а также формирование представлений об основных понятиях и разделах курса, и приобретении новых знаний. Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы: изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку; работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы; поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по курсу, написание реферата по выбранной теме; подготовка к практическим занятиям; подготовка к лабораторным работам; подготовка к зачету (экзамену).</p> <p>Самостоятельная работа с учебными пособиями является главным видом работы. Студентам следует руководствоваться следующими положениями:</p> <p>изучать курс необходимо систематически в течение всего семестра, поскольку изучение курса в сжатые сроки перед экзаменом не дает глубоких и прочных знаний; чтение учебного пособия необходимо сопровождать составлением конспекта, в котором: записываются формулировки законов и формулы, выражающие эти законы, определения физических величин и единицы измерения этих величин; делаются рисунки и выполняются решения типовых задач;</p> <p>самостоятельную работу по изучению дисциплины необходимо подвергать систематическому самоконтролю. При самостоятельной работе надо использовать рабочую программу дисциплины. Не следует ограничиваться только запоминанием физических формул. Принципиально важное значение имеет умение самостоятельно вывести формулу, понимание физического содержания изучаемых законов, их применение при решении задач и для объяснения явлений природы.</p> <p>Практически все виды аудиторных учебных занятий, и даже лекции, требуют от студентов предварительной самостоятельной учебной работы. Так, обычно для подготовки к семинарским занятиям дается обязательная и дополнительная литература. При этом гораздо большее значение имеет не то, сколько из указанных источников изучил студент, а насколько глубоко он осмыслил изученный материал. Кроме того, из-за недостатка времени далеко не все темы лекционного курса рассматриваются более подробно на семинарских и лабораторно-практических занятиях. Некоторые темы преподаватель не выносит даже на лекцию, указывая только, к каким источникам студенты должны обратиться. Такой учебный материал остается полностью для самостоятельного изучения.</p> <p>Таким образом, внеаудиторная самостоятельная работа студента в вузе не менее важна, чем обязательные учебные занятия. Ее успешность во многом определяется тем, насколько умело, рационально сам учащийся сможет организовать свои индивидуальные занятия, насколько регулярными и своевременными они будут.</p> <p>Поскольку самостоятельная работа студента представляет собой, главным образом, работу со специальной учебной и научной литературой, ему необходимо очень хорошо знать, где можно ее найти. В первую очередь это, конечно, библиотеки и читальные залы того вуза, в котором учится студент. Когда преподаватели рекомендуют обучающимся какую-либо литературу, они ориентируются прежде всего на ту литературу, которая есть в библиотечных фондах вуза.</p> <p>Поиск и выбор литературы являет собой первый этап организации студентом своей самостоятельной работы. Далее требуется не только изучить избранные источники, но и проработать материал так, чтобы полученные сведения можно было применить как на дальнейшем занятии, так и последующей профессиональной деятельности будущего бакалавра.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p><b>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ</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 картинке 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 'раскачаться', 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.

## **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 "Информационные процессы и киберфизические системы".

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

#### Основная литература:

1. Кравец, А. В. Схемотехника радиоэлектронных устройств : учебное пособие / А. В. Кравец ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. - 156 с. - ISBN 978-5-9275-3746-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894423> (дата обращения: 11.08.2023). - Режим доступа: по подписке.
2. 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: 11.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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: 11.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 480 с. - ISBN 978-5-507-45795-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/284045> (дата обращения: 12.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Дополнительная литература:

1. Лебедев, А. И. Физика полупроводниковых приборов / А. И. Лебедев. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 488 с. - ISBN 978-5-9221-0995-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2244> (дата обращения: 12.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Практическая радиоэлектроника : учебное пособие / С. А. Бирюков, В. А. Васильев, Ю. А. Виноградов, А. В. Дьяков. - Москва : ДМК Пресс, 2007. - 288 с. - ISBN 5-89818-055-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/826> (дата обращения: 12.08.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника : учебник / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров, под. ред. О.П. Глудкина ; Москва : Горячая линия - Телеком, 2003. - 768 с.: ил. 35. - Текст : непосредственный.
4. Тугов Н.М. Полупроводниковые приборы : учебник / Н.М. Тугов., Б.А. Глебов, Н.А. Чарыков. М.: Энергоиздат, 1990. - 576 с.: ил. 66. - Текст : непосредственный.
5. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей: учебник / Г. И. Атабеков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-0699-9. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/95> (дата обращения: 06.04.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Информационные процессы и киберфизические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.