

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

**Авторы-составители: Федоренко Андрей Анатольевич  
Вольхин Игорь Львович  
Лунегов Игорь Владимирович  
Бабушкин Игорь Аркадьевич**

Рабочая программа дисциплины

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА**

Код УМК 68860

Утверждено  
Протокол №4  
от «24» июня 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Радиоэлектроника

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность Фундаментальная физика

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Радиоэлектроника** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.03.02** Физика (направленность : Фундаментальная физика)

**ОПК.1** способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности

**ПК.2** способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	6
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (6 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Радиоэлектроника. Первый семестр

#### Тема 1. Введение.

##### **Лекция 1. Основные понятия теории электрических цепей.**

Понятие электрической цепи. Узел. Ветвь. Напряжение. Сила тока. Сопротивление проводника. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи. Закон Джоуля-Ленца.

##### **Лекция 2. Электрические цепи постоянного тока.**

Линейные электрические цепи. Резистивный делитель напряжения. Законы Кирхгофа для расчёта линейных разветвлённых электрических цепей постоянного тока. Метод узловых потенциалов. Метод контурных токов. Метод эквивалентного генератора.

#### Тема 2. Электрические цепи переменного тока.

##### **Лекция 3. Переменный электрический ток.**

Гармонические токи и напряжения. Фаза. Амплитуда. Частота. Период колебаний. Трёхфазные электрические цепи. Мощность в цепях переменного тока. Мгновенное значение и средняя мощность. Активная, реактивная и полная мощности. Действующее значение силы тока и напряжения. Магнитные материалы. Магнитные цепи. Магнитосвязанные цепи. Трансформатор.

##### **Лекция 4. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепях переменного тока.**

Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Связь между мгновенными значениями силы тока через конденсатор и напряжения на обкладках конденсатора. Средняя мощность, рассеиваемая на идеальном конденсаторе. Математическая модель реального конденсатора. Угол диэлектрических потерь. Катушка индуктивности в цепях переменного тока. Математическая модель реальной катушки индуктивности. Связь между мгновенными значениями падения напряжения на катушке индуктивности и силы тока через катушку. Связь между действующими значениями тока и напряжения. Закон Ома для цепей переменного тока.

##### **Лекция 5. Методы анализа и расчёта линейных цепей переменного электрического тока.**

##### **Метод векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд.**

Векторные диаграммы. Построение векторных диаграмм для последовательного и параллельного соединения двухполюсников. Расчёт линейных электрических цепей методом векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд. Комплексное сопротивление катушки индуктивности, конденсатора и резистора.

##### **Лекция 6. Колебательный контур. Лабораторная работа №1.**

Последовательный колебательный контур. Параллельный колебательный контур. Резонансные явления в колебательных контурах. Амплитудно-частотные характеристики. Полное комплексное сопротивление. Полоса пропускания. Характеристическое сопротивление. Добротность. Экспериментальные методы определения характеристик колебательных контуров.

##### **Лекция 7. Электрические фильтры.**

Электрические частотные фильтры. АЧХ фильтров. Фильтры нижних, верхних частот. Полосовые и режекторные фильтры. Полоса пропускания полосовых фильтров. Верхние и нижние граничные частоты. Применение электрических фильтров. RLC-цепи в качестве электрических фильтров верхних и нижних частот. Колебательный контур в качестве фильтра. Цепь Винна. Мост Винна. Двойной T-мост.

#### Тема 3. Полупроводниковые приборы.

### **Лекция 8. Полупроводниковые материалы. p-n - переход. Диоды.**

Полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. p-n-переход. Вентильные свойства. Ёмкость обратносмещённого перехода. Полупроводниковые диоды. ВАХ полупроводниковых диодов. Условные графические обозначение и основные характеристики диодов. Диоды общего применения выпрямительные высокочастотные и импульсные. Светодиоды. Фотодиоды. Стабилитроны. Туннельные диоды. Варикапы.

### **Лекция 9. Выпрямители. Лабораторная работа №2. Полупроводниковые диоды.**

#### **Выпрямители.**

Однополупериодный выпрямитель. Двухполупериодный выпрямитель. Мостовая схема двухполупериодного выпрямителя. Коэффициент пульсаций. Сглаживание пульсаций. Расчёт сглаживающего конденсатора. Стабилизаторы напряжения. Коэффициент стабилизации.

### **Лекция 10. Транзисторы.**

Биполярные транзисторы. Принцип действия. Условные графические обозначения. Характеристики. Предельно допустимые параметры. Графоаналитический метод расчёта цепей с транзисторами. Полевые транзисторы. Принцип действия. Условные графические обозначения. Характеристики. Полевые транзисторы с изолированным затвором.

### **Лекция 11. Тиристоры.**

Динистор. ВАХ. Применение динисторов. Тринисторы. Семейства ВАХ. Схемы импульсного управления мощностью.

## **Тема 4. Усилители.**

### **Лекция 12. Основные технические характеристики усилителей.**

Коэффициенты усиления по току, по напряжению по мощности. КПД усилителя. Входное и выходное сопротивление усилителя. Амплитудная и амплитудно-частотные характеристики усилителей.

### **Лекция 13. Каскады предварительного усиления на биполярных транзисторах.**

#### **Лабораторная работа №3. Усилители на биполярных транзисторах. Лабораторная работа № 4. Усилители на полевых транзисторах.**

Основные технические характеристики, область применения и расчёт режима по постоянному току схем с общим коллектором, общим эмиттером и общей базой. Каскодная схема. Дифференциальный усилитель. Математическая модель усилительного каскада. Резонансный усилитель. Широкополосный усилитель. Частотная коррекция.

### **Лекция 14. Операционные усилители. Лабораторная работа №5. Операционные усилители.**

Идеальный операционный усилитель. Технические характеристики реального операционного усилителя. Применение ОУ. Масштабные усилители. Сумматоры. Дифференциаторы. Интеграторы. Логарифматоры и антилогарифматоры. Активные фильтры.

### **Лекция 15. Обратная связь в усилителях. Лабораторная работа № 6. RC-генераторы.**

#### **Лабораторная работа № 7. LC-генераторы.**

Понятие об обратной связи. Коэффициент передачи усилителя с обратной связью. Коэффициент петлевого усиления и глубина обратной связи. Классификация обратных связей. Положительная обратная связь. Отрицательная обратная связь. Обратная связь по току. Обратная связь по напряжению. Параллельная и последовательная обратная связь. Влияние обратной связи на характеристики усилителя. Автогенераторы. Условия возникновения колебаний. Установление колебаний. Мягкий и жёсткий режим возбуждения колебаний.

### **Лекция 16. Усилители мощности.**

Классы усиления (режимы работы) выходных каскадов усилителей мощности. Однотактные и двухтактные усилители класса В. Устранение искажений типа "ступенька". согласование выходного сопротивления усилителя и нагрузки.

### **Тема 6. Цепи с распределёнными параметрами.**

#### **Лекция 17. Длинные линии. Телеграфные уравнения.**

Понятие цепи с распределёнными параметрами. Вычисление погонных значений ёмкости и индуктивности для коаксиальной кабельной линии. Составление телеграфных уравнений. Поиск решения телеграфных уравнений в виде бегущей и отраженной волн. Волновое сопротивление кабеля. Постоянная распространения.

#### **Лекция 18. Установившееся решение телеграфных уравнений.**

Поиск установившегося решения методом комплексных амплитуд. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны. Коэффициент бегущей волны. Согласование сопротивлений.

#### **Лекция 19. Длинная линия как 4-полюсник.**

Длинная линия как четырёхполюсник. Преобразование сопротивлений в длинной линии. четвертьволновые и полуволновые отрезки кабельных линий и их применение.

### **Тема 5. Электрические сигналы .**

#### **Лекция 20. Видео импульс. Радиоимпульс. Прохождение видеоимпульса через линейные электрические цепи. Амплитудная модуляция.**

Видеоимпульс. Радиоимпульс. Параметры импульсных сигналов. Прохождение импульсных электрических сигналов через дифференцирующую и интегрирующую цепи. Условия неискажающей передачи сигналов. Условие дифференцирования. Условие интегрирования. Ударное возбуждение резонансных цепей. Амплитудная модуляция определение параметров амплитудно-модулированных сигналов.

#### **Лекция 21. Представление радиотехнических сигналов в частотной области.**

Ряд Фурье. Представление периодических сигналов в виде суперпозиции гармонических сигналов. Амплитудный и фазовый спектр. Представление непериодических сигналов в частотной области. Преобразование Фурье. Спектральная плотность сигнала. Представление в частотной области периодической последовательности прямоугольных импульсов. Условие неискажающей передачи импульсов. Спектр амплитудно-модулированных сигналов.

#### **Лекция 22. Коэффициент гармоник. Коэффициент нелинейных искажений.**

Спектральная характеристика периодического сигнала - коэффициент гармоник. Характеристика качественной передачи сигнала через усилитель - коэффициент нелинейных искажений усилителя. Измерение коэффициентов гармоник и нелинейных искажений. Их связь.

### **Тема 7. Цифровые и импульсные устройства.**

#### **Лекция 23. Электронные ключи. Широтно-импульсная модуляция.**

Транзистор в ключевом режиме. Расчёт ключа. КПД ключа. Коэффициент насыщения биполярного транзистора. Зависимость КПД от частоты переключений. Широтно-импульсная и длительно-импульсная модуляции как способ управления мощностью в нагрузке. Усилители класса D. Импульсные стабилизаторы напряжения. Электронные ключи как основа для цифровой техники.

**Лекция 24. Цифровые схемы.**

Логические схемы. Логические операции. Комбинационные схемы. Триггеры. RS-, JK-, D- триггеры. Синхронные и асинхронные схемы. Карты Карно.

**Лекция 25. Релаксационные генераторы.**

Релаксационные генераторы на тиристорах. Мультивибраторы. Принцип действия. Расчёт.



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Штыков, В. В. Введение в радиоэлектронику : учебник и практикум для вузов / В. В. Штыков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 228 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-08405-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/437073>
2. Электротехника и электроника. Лабораторный практикум:учеб.-метод. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Информационная безопасность автоматизированных систем», «Технология геологической разведки», «Прикладная геология» и направлениям «Радиофизика», «Физика», «Прикладные математика и физика», «Нанотехнологии и микросистемная техника», «Техносферная безопасность», «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», а также студентов смежных специальностей/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь:Пермский государственный национальный исследовательский университет,2017, ISBN 978-5-7944-2876-6.-1. <https://elis.psu.ru/node/393535>
3. Бессонов, В. В. Радиоэлектроника для начинающих (и не только) / В. В. Бессонов. — Москва : СОЛОН-Р, 2016. — 512 с. — ISBN 5-93455-112-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90428.html>

### Дополнительная:

1. Радиоэлектроника: фронтальный лабораторный практикум:учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению "Радиофизика", "Физика", "Нанотехнологии и микросистемная техника" и по специальностям "Информационная безопасность автоматизированных систем", "Технологии геологической разведки", "Прикладной геологии", "Технологии аналитического контроля химических соединений"/М-во науки и высш. образования РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь:Пермский государственный национальный исследовательский университет,2018, ISBN 978-5-7944-3141-4.-90.-Библиогр.: с. 90 <https://elis.psu.ru/node/513979>
2. Радиоэлектроника. Лабораторный практикум:учебно-методическое пособие для студентов физического факультета, обучающихся по специальности "Радиофизика и электроника"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь,2012, ISBN 978-5-7944-1974-0.-1. <https://elis.psu.ru/node/181725>
3. Игумнов Д. В.,Костюнина Г. П. Основы полупроводниковой электроники:учеб. пособие/Д. В. Игумнов, Г. П. Костюнина.-М.:Горячая линия-Телеком,2005, ISBN 5-93517-226-7.-392.-Библиогр.: с. 388
4. Головицына, М. В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий : учебное пособие / М. В. Головицына. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 503 с. — ISBN 978-5-4497-0690-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/97578>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<https://go-radio.ru/> Электроника -это просто

<https://www.radioingener.ru/> Радиоэлектроника и электротехника

<http://radio-uchebnik.ru/> Сайт радиолюбителей

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Радиоэлектроника** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться различные информационные технологии:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
2. Программы для демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
3. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome».
4. Операционная система Alt Linux
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

В учебном процессе для освоения дисциплины могут использоваться компьютерное и мультимедийное оборудование: лекции готовятся в формате презентаций (MS Power Point), где отражаются ключевые содержательные моменты материалов курса.

Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, оснащенная презентационной техникой:

- 1) персональный компьютер или ноутбук с соответствующим программным обеспечением;
- 2) мультимедийное оборудование (проектор, экран);
- 3) маркерная доска и маркеры (или меловая доска и мел)

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в лаборатории радиоэлектроники с учебными местами:

1. Исследование колебательных цепей – 2 шт.
2. Исследование усилителей на полевых транзисторах – 2 шт.
3. Исследование усилителей на электронно-вакуумных лампах – 1 шт.
4. Исследование операционных усилителей – 1 шт.
5. Исследование RC-автогенераторов – 3 шт.
6. Исследование усилителей мощности – 1 шт.
7. Исследование модулятора и детектора – 1 шт.
8. Исследование источников вторичного электропитания – 6 шт.
9. Исследование усилителей на биполярных транзисторах – 6 шт.
10. Исследование LC-автогенераторов – 6 шт.

Полное техническое оснащение лаборатории радиоэлектроники представлено в паспорте лаборатории

Аудитория для текущего контроля:

- 1) персональный компьютер или ноутбук с соответствующим программным обеспечением;
- 2) мультимедийное оборудование (проектор, экран);
- 3) маркерная доска и маркеры (или меловая доска и мел)

Аудитория для индивидуальных (групповых) консультаций:

- 1) персональный компьютер или ноутбук с соответствующим программным обеспечением;
- 2) мультимедийное оборудование (проектор, экран);
- 3) маркерная доска и маркеры (или меловая доска и мел)

Помещение для самостоятельной работы - помещения лаборатории радиоэлектроники и Научной библиотеки ПГНИУ с персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной сетям

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

- Операционная система ALT Linux;
- Офисный пакет Libreoffice.
- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Радиоэлектроника**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и  
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1</b> способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Студент должен знать базовые основные разделы математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов, Уметь применять базовые математические знания для решения задач электроники, владеть аналитическими и численными методами решения математических задач в радиоэлектронике</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> ставится в том случае, когда студент обнаруживает незнание большей части программного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя неуверенно. В письменных работах допускает частые и грубые ошибки, а также ставится в том случае, когда студент обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание основного программного учебного материала. При применении знаний на практике испытывает некоторые затруднения и преодолевает их с небольшой помощью преподавателя. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах делает ошибки.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> ставится в том случае, когда студент знает весь требуемый программой материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. Умеет применять полученные знания в практических заданиях. В письменных работах допускает только незначительные ошибки.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>и уверенные ответы. В различных практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>
<p><b>ПК.2</b> способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>Знание конструкции основных радиоэлектронных устройств: стабилизаторов, колебательных цепей, усилителей на биполярных и полевых транзисторах, операционных усилителей, автогенераторов, основных методах регистрации и обработки сигналов, принципов выполнения и анализа электронных схем; умение описывать и объяснять результаты наблюдений и экспериментов. Умение правильно проводить исследование цепей и схем, правильно оформлять графический материал, объяснять результаты на базе теоретических знаний. Умение проводить измерения основных параметров радиоэлектронных устройств. Владение навыками работы с основными типами радиоэлектронных устройств и измерительных приборов. Владение навыками работы с современной измерительной аппаратурой и методами анализа и расчета радиотехнических цепей. Владение навыками практического использования основных радиоэлектронных устройств в промышленности и научных исследованиях.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>1. Не знает основные единицы измерения, используемые в электротехнике и электронике, основные понятия электромагнитного поля, графические обозначения элементов электрических цепей, закон Ома для участка цепи и полной цепи, Кирхгофа: первый (для токов) и второй (для ЭДС), знает аналитическую запись и параметры синусоидального тока, вольт-амперные характеристики основных элементов электрических и радиотехнических цепей: резистора, конденсатора, катушки индуктивности, диода, транзистора биполярного и полевого, методы анализа электротехнических цепей и сигналов, методы анализа радиотехнических цепей и сигналов, основные схемы включения биполярных транзисторов ОБ, ОЭ, ОК, основные схемы включения полевых транзисторов ОИ, ОС, ОЗ, основные схемы включения автогенераторов: LC и RC, основные типы приборов для проведения электро и радиотехнических измерений: вольтметры, амперметры, осциллографы, генераторы, источники питания.</p> <p>2. Не умеет изображать вольт-амперные характеристики пассивных и активных элементов электрических и радиотехнических цепей, временные и векторные диаграммы.</p> <p>3. Не владеет навыками использования электро и радиоизмерительных приборов для анализа электрических цепей и исследования основных характеристик радиотехнических систем.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>1. Знает неуверенно основные единицы измерения, используемые в электротехнике и электронике, основные понятия</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>электромагнитного поля, графические обозначения элементов электрических цепей, закон Ома для участка цепи и полной цепи, Кирхгофа: первый (для токов) и второй (для ЭДС), знает аналитическую запись и параметры синусоидального тока, вольт-амперные характеристики основных элементов электрических и радиотехнических цепей: резистора, конденсатора, катушки индуктивности, диода, транзистора биполярного и полевого, методы анализа электротехнических цепей и сигналов, имеет общие но не структурированные знания о методах анализа радиотехнических цепей и сигналов, основных схемах включения биполярных транзисторов ОБ, ОЭ, ОК, основных схемах включения полевых транзисторов ОИ, ОС, ОЗ, основных схемах включения автогенераторов: LC и RC, основных типов приборов для проведения электро и радиотехнических измерений: вольтметров, амперметров, осциллографов, генераторов, источников питания.</p> <p>2. Демонстрирует частично сформированное умение изображать вольт-амперные характеристики пассивных и активных элементов электрических и радиотехнических цепей, временные и векторные диаграммы.</p> <p>3. Владеет неуверенно навыками использования электро и радиоизмерительных приборов для анализа электрических цепей и исследования основных характеристик радиотехнических систем. Может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>1. Знает уверенно основные единицы измерения, используемые в электротехнике и электронике, основные понятия электромагнитного поля, графические обозначения элементов электрических цепей, закон Ома для участка цепи и полной</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>цепи, Кирхгофа: первый (для токов) и второй (для ЭДС), знает аналитическую запись и параметры синусоидального тока, вольт-амперные характеристики основных элементов электрических и радиотехнических цепей: резистора, конденсатора, катушки индуктивности, диода, транзистора биполярного и полевого, однако имеются отдельные пробелы знаний методов анализа электротехнических цепей и сигналов, методов анализа радиотехнических цепей и сигналов, основных схем включения биполярных транзисторов ОБ, ОЭ, ОК, основных схем включения полевых транзисторов ОИ, ОС, ОЗ, основных схем включения автогенераторов: LC и RC, основных типов приборов для проведения электро и радиотехнических измерений: вольтметров, амперметров, осциллографов, генераторов, источников питания.</p> <p>2. Умеет изображать вольт-амперные характеристики пассивных и активных элементов электрических и радиотехнических цепей, временные и векторные диаграммы, однако затрудняется объяснить в следствие каких причин возникают отличия экспериментальных и реальных характеристик на различных участках.</p> <p>3. Владеет навыками использования электро и радиоизмерительных приборов для анализа электрических цепей и исследования основных характеристик радиотехнических систем, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений. Может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>1. Знает уверенно основные единицы измерения, используемые в электротехнике и электронике, основные понятия электромагнитного поля, графические</p>



Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>обозначения элементов электрических цепей, закон Ома для участка цепи и полной цепи, Кирхгофа: первый (для токов) и второй (для ЭДС), знает аналитическую запись и параметры синусоидального тока, вольт-амперные характеристики основных элементов электрических и радиотехнических цепей: резистора, конденсатора, катушки индуктивности, диода, транзистора биполярного и полевого, демонстрирует систематические знания методов анализа электротехнических цепей и сигналов, методов анализа радиотехнических цепей и сигналов, основных схем включения биполярных транзисторов ОБ, ОЭ, ОК, основных схем включения полевых транзисторов ОИ, ОС, ОЗ, основных схем включения автогенераторов: LC и RC, основных типов приборов для проведения электро и радиотехнических измерений: вольтметров, амперметров, осциллографов, генераторов, источников питания.</p> <p>2. Умеет уверенно изображать вольт-амперные характеристики пассивных и активных элементов электрических и радиотехнических цепей, временные и векторные диаграммы. Использует дополнительные источники информации при ответе на вопросы, может объяснить в следствие каких причин возникают отличия экспериментальных и реальных характеристик на различных участках.</p> <p>3. Владеет уверенно навыками использования электро и радиоизмерительных приборов для анализа электрических цепей и исследования основных характеристик радиотехнических систем. Может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 49 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 49 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Лекция 1. Основные понятия теории электрических цепей. <b>Входное тестирование</b>	Знание основных физических законов раздела электричество и умение их применять при решении задач.
<b>ОПК.1</b> способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности	Лекция 9. Выпрямители. Лабораторная работа №2. Полупроводниковые диоды. Выпрямители. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Принципы действия и принципиальные электрические схемы однополупериодных, двухполупериодных и мостовых схем выпрямителей, фильтров, параметрических и компенсационных стабилизаторов. каскадов. Методы измерения основных характеристик выпрямителей, фильтров и стабилизаторов.
<b>ОПК.1</b> способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности	Лекция 13. Каскады предварительного усиления на биполярных транзисторах. Лабораторная работа №3. Усилители на биполярных транзисторах. Лабораторная работа № 4. Усилители на полевых транзисторах. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Принципы действия и принципиальные электрические схемы усилительных каскадов на биполярных транзисторах. Методы измерения основных характеристик усилителей.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1</b> способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности</p> <p><b>ПК.2</b> способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>Лекция 15. Обратная связь в усилителях. Лабораторная работа № 6. RC-генераторы. Лабораторная работа № 7. LC-генераторы. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Обратная связь в усилителях. Автогенераторы. Условия самовозбуждения автогенераторов. Процесс установление автоколебаний.</p>
<p><b>ОПК.1</b> способность использовать базовые знания основных разделов математического анализа, алгебры, аналитической геометрии, математической логики, теории вероятностей и математической статистики, численных методов в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>Лекция 24. Цифровые схемы. <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Основные понятия теории электрических цепей. Электрические цепи постоянного и переменного тока. Анализ и расчёт линейных цепей переменного электрического тока. Колебательный контур. Электрические фильтры. Полупроводниковые приборы. Усилители. Цепи с распределёнными параметрами. Электрические сигналы.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Лекция 1. Основные понятия теории электрических цепей.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи по теме постоянный электрический ток	5
Решение задачи по теме электрическое сопротивление проводников.	5

**Лекция 9. Выпрямители. Лабораторная работа №2. Полупроводниковые диоды. Выпрямители.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование выпрямителей и стабилизаторов напряжения" и дополнительные вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ, но не более 8 баллов.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование выпрямителей и стабилизаторов напряжения" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование выпрямителей и стабилизаторов напряжения" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Оформление отчета по лабораторной работы "Исследование выпрямителей и стабилизаторов напряжения" 1 балл за каждые 50% выполненных заданий.	2

**Лекция 13. Каскады предварительного усиления на биполярных транзисторах.**

**Лабораторная работа №3. Усилители на биполярных транзисторах. Лабораторная работа № 4. Усилители на полевых транзисторах.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование усилителей на биполярных транзисторах" и дополнительные вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ, но не более 8 баллов.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование усилителей на биполярных транзисторах" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий. 5	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование усилителей на биполярных транзисторах" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Оформление отчета по лабораторной работы "Исследование усилителей на биполярных транзисторах" 1 балл за каждые 50% выполненных заданий.	2

**Лекция 15. Обратная связь в усилителях. Лабораторная работа № 6. RC-генераторы.**

**Лабораторная работа № 7. LC-генераторы.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование LC-автогенераторов" и дополнительные вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ, но не более 8 баллов.	8
Выполнение заданий лабораторной работы "Исследование LC-автогенераторов" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Обработка результатов измерений лабораторной работы "Исследование LC-автогенераторов" 1 балл за каждые 20% выполненных заданий.	5
Оформление отчета по лабораторной работы "Исследование LC-автогенераторов" 1 балл за каждые 50% выполненных заданий.	2

### **Лекция 24. Цифровые схемы.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
1. Ответ на 1-й теоретический вопрос билета.	10
4. Ответ на дополнительный вопрос по билету по теме 2-го вопроса	10
3. Ответ на дополнительный вопрос по билету по теме 1-го вопроса	10
2. Ответ на 2-й теоретический вопрос билета.	10