

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

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

Рабочая программа дисциплины

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА**

Код УМК 94111

Утверждено  
Протокол №4  
от «24» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Радиоэлектроника

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

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

Специальность: **10.05.03** Информационная безопасность автоматизированных систем  
направленность Безопасность открытых информационных систем

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

**10.05.03** Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность : Безопасность открытых информационных систем)

**ОПК.15** Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.15.1** Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области

**ОПК.15.2** Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач

**ПК.6** Способен проводить контроль защищенности информации от утечки по техническим каналам

#### **Индикаторы**

**ПК.6.1** Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Специальность</b>	10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем (направленность: Безопасность открытых информационных систем)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	6
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	216
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	84
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	132
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Радиоэлектроника**

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

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. 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 4. 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 5. 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 6. 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 Т-мост.

#### **Тема 3. Полупроводниковые приборы.**

### **Лекция 7. 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 8. Выпрямители. Лабораторная работа №2.**

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

### **Лекция 9. 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. Динистор. ВАХ. Применение динисторов. Тринисторы. Семейства ВАХ. Схемы импульсного управления мощностью.

## **Тема 4. Усилители.**

### **Лекция 10. 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 11. Каскады предварительного усиления на биполярных транзисторах.**

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

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 12. Операционные усилители.**

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

### **Лекция 13. 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. Устранение колебаний. Мягкий и жёсткий режим возбуждения колебаний.

### **Лекция 14. 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 5. Цепи с распределёнными параметрами.**

### **Лекция 15. 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 16. Установившееся решение телеграфных уравнений. Длинная линия как 4-полюсник.**

Поиск установившегося решения методом комплексных амплитуд. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны. Коэффициент бегущей волны. Согласование сопротивлений. Длинная линия как четырёхполюсник. Преобразование сопротивлений в длинной линии. четвертьволновые и полуволновые отрезки кабельных линий и их применение.

## **Тема 6. Электрические сигналы .**

### **Лекция 17. 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 18. 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 19. 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 20. 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 длительностно-импульсная модуляции как способ управления мощностью в нагрузке. Усилители класса D. Импульсные стабилизаторы напряжения. Электронные ключи как основа для цифровой техники.

### **Лекция 21. Цифровые схемы.**

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

## **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. Радиоэлектроника. Фронтальный лабораторный практикум для студентов физического факультета: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Радиофизика", "Физика", "Нанотехнологии и микросистемная техника", а также по специальности "Информационная безопасность автоматизированных систем"/Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Пермский государственный национальный исследовательский университет.-Пермь: ПГНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3330-2.-100.-Библиогр.: с. 36, 69, 86  
<https://elis.psu.ru/node/583929>
2. Иванов А. С. Радиоэлектроника. Методы решения задач: учебно-методическое пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Радиофизика", "Нанотехнологии и микросистемная техника" и специальности "Информационная безопасность автоматизированных систем"/А. С. Иванов.-Пермь, 2013, ISBN 978-5-7944-2253-5.-152.-Библиогр.: с. 151-152
3. Ульрих, Титце Полупроводниковая схемотехника. Т. II / Титце Ульрих, Шенк Кристоф ; перевод Г. С. Карабашев. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 940 с. — ISBN 978-5-4488-0059-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].  
<http://www.iprbookshop.ru/88004.html>

### Дополнительная:

1. 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>
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>

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

- <https://go-radio.ru/> сайт Go-radio.ru
- [www.radiolibrary.ru](http://www.radiolibrary.ru) Рабиобиблиотека
- [esxema.ru](http://esxema.ru) Электронные схемы
- [https://fbmi.kpi.ua/media/\\_docs/books/EWB\\_modeling.pdf](https://fbmi.kpi.ua/media/_docs/books/EWB_modeling.pdf) Моделирование и анализ схем в ELECTRONICS WORKBENCH
- [https://studopedia.ru/5\\_167833\\_osnovnie-ponyatiya-i-opredeleniya-dlya-elektricheskoy-tsepi.html](https://studopedia.ru/5_167833_osnovnie-ponyatiya-i-opredeleniya-dlya-elektricheskoy-tsepi.html) Основные понятия
- [http://edu.tltsu.ru/sites/sites\\_content/site59/html/media3772/ГТЕ\\_albom.pdf](http://edu.tltsu.ru/sites/sites_content/site59/html/media3772/ГТЕ_albom.pdf) Условные графические обозначения
- [https://studopedia.ru/3\\_19570\\_elektricheskie-tsepi-postoyannogo-toka.html](https://studopedia.ru/3_19570_elektricheskie-tsepi-postoyannogo-toka.html) Электрические цепи постоянного тока.
- <http://www.lib.madi.ru/fel/fel1/fel19M663.pdf> Разветвлённые электрические цепи. Решение задач.
- <http://electricalschool.info/main/osnovy/463-kondensator-v-cepi-peremennogo-toka.html> Переменный электрический ток. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепях переменного тока.
- [https://studopedia.ru/5\\_103806\\_metod-vektornih-diagramm-i-kompleksnih-amplitud.html](https://studopedia.ru/5_103806_metod-vektornih-diagramm-i-kompleksnih-amplitud.html) Метод векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд.
- [https://studopedia.ru/2\\_17505\\_parallelniy-kolebatelnyy-kontur.html](https://studopedia.ru/2_17505_parallelniy-kolebatelnyy-kontur.html) Параллельный колебательный контур
- [https://studopedia.ru/3\\_44054\\_posledovatelnyy-kolebatelnyy-kontur.html](https://studopedia.ru/3_44054_posledovatelnyy-kolebatelnyy-kontur.html) Последовательный колебательный контур
- <https://radioham.ru/filtri/> Классификация
- [https://studopedia.ru/5\\_158517\\_klassifikatsiya-elektricheskikh-filtrov.html](https://studopedia.ru/5_158517_klassifikatsiya-elektricheskikh-filtrov.html) Электрические фильтры
- [https://studopedia.ru/7\\_70561\\_poluprovodnikoviy-diod-osnovnie-parametri-i-harakteristiki-poluprovodnikovih-diodov-ih-raznovidnosti-oblasti-primeneniya.html](https://studopedia.ru/7_70561_poluprovodnikoviy-diod-osnovnie-parametri-i-harakteristiki-poluprovodnikovih-diodov-ih-raznovidnosti-oblasti-primeneniya.html) Диоды
- [https://studopedia.ru/4\\_127555\\_vipryamitelnye-ustroystva.html](https://studopedia.ru/4_127555_vipryamitelnye-ustroystva.html) Выпрямительные устройства
- <https://habr.com/ru/post/133136/> Биполярные транзисторы
- [https://studopedia.ru/2\\_18848\\_ustroystvo-i-printsip-deystviya-polevix-tranzistorov-s-izolirovannim-zatvorom.html](https://studopedia.ru/2_18848_ustroystvo-i-printsip-deystviya-polevix-tranzistorov-s-izolirovannim-zatvorom.html) Полевые транзисторы
- <https://helpiks.org/6-52085.html> Классификация
- <https://siblec.ru/radiotekhnika-i-elektronika/osnovy-skhemotekhniki/3-osnovnye-tekhnicheskie-pokazатели-usilitelej> Характеристики
- [https://studopedia.ru/16\\_113780\\_usilitelnie-kaskadi-na-bipolyarnih-tranzistorah.html](https://studopedia.ru/16_113780_usilitelnie-kaskadi-na-bipolyarnih-tranzistorah.html) Каскады с общим коллектором, общим эмиттером и общей базой.
- [https://studopedia.ru/13\\_131601\\_tema-operatsionnye-usiliteli.html](https://studopedia.ru/13_131601_tema-operatsionnye-usiliteli.html) Операционные усилители.
- [https://studopedia.ru/7\\_31931\\_obratnaya-svyaz-v-usilitelyah.html](https://studopedia.ru/7_31931_obratnaya-svyaz-v-usilitelyah.html) Обратная связь в усилителях
- [https://studopedia.ru/3\\_1146\\_avtogeneratori.html](https://studopedia.ru/3_1146_avtogeneratori.html) Автогенераторы
- [https://studopedia.ru/5\\_76282\\_usiliteli-moshchnosti.html](https://studopedia.ru/5_76282_usiliteli-moshchnosti.html) Усилители мощности.
- [https://studopedia.ru/13\\_54366\\_tsepi-s-raspredelennymi-parametrami](https://studopedia.ru/13_54366_tsepi-s-raspredelennymi-parametrami) Цепи с распределёнными параметрами
- <http://www.osc.phys.msu.ru/mediawiki/upload/Radiophysics/Logginov/Lecture7.pdf> Телеграфные уравнения
- [https://studopedia.ru/3\\_57300\\_uravneniya-dlinnoy-linii-kak-chetirehpolyusnika.html](https://studopedia.ru/3_57300_uravneniya-dlinnoy-linii-kak-chetirehpolyusnika.html) Длинная линия как 4-полюсник.
- [https://studopedia.ru/13\\_155456\\_soglasovanie-s-pomoshchyu-dlinnih-linij-bez-poter.html](https://studopedia.ru/13_155456_soglasovanie-s-pomoshchyu-dlinnih-linij-bez-poter.html)

Согласование длинных линий

[https://studopedia.ru/12\\_87280\\_lektsiya--elektricheskie-signali-i-ih-harakteristiki.html](https://studopedia.ru/12_87280_lektsiya--elektricheskie-signali-i-ih-harakteristiki.html) Электрические сигналы .

[https://studopedia.ru/2\\_35061\\_signal-i-ego-matematicheskaya-model.html](https://studopedia.ru/2_35061_signal-i-ego-matematicheskaya-model.html) Сигнал и его математическая модель

[https://studopedia.ru/8\\_63381\\_spektralniy-analiz-periodicheskikh-signalov.html](https://studopedia.ru/8_63381_spektralniy-analiz-periodicheskikh-signalov.html) Спектр периодических сигналов

[https://studopedia.ru/9\\_99984\\_что-такое-спектральная-плотность-сигнала.html](https://studopedia.ru/9_99984_что-такое-спектральная-плотность-сигнала.html) Спектральная плотность сигналов

[https://studopedia.ru/2\\_32081\\_koeffitsient-garmonik.html](https://studopedia.ru/2_32081_koeffitsient-garmonik.html) Коэффициент гармоник электрического сигнала

[https://studopedia.ru/4\\_52805\\_usiliteli-parametri-i-harakteristiki-usiliteley.html](https://studopedia.ru/4_52805_usiliteli-parametri-i-harakteristiki-usiliteley.html) Коэффициент нелинейных искажений усилителя.

[https://studopedia.ru/5\\_76199\\_elektronnie-klyuchi.html](https://studopedia.ru/5_76199_elektronnie-klyuchi.html) Электронные ключи

<http://electricalschool.info/electronica/1759-shirotno-impulsnaja-moduljacija.html> Широтно-импульсная модуляция

<http://electricalschool.info/electronica/1918-logicheskie-jelementy-i-ili-ne-i-ne-ili.html> Цифровые и логические схемы.

## **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

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.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.15**

**Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.15.1</b> Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области</p>	<p>знать принципы работы основных радиоэлектронных приборов: вольтметров, амперметров, генераторов, осциллографов и источников питания; уметь подготовить радиоэлектронные приборы к работе; владеть навыками подключения источников питания, генераторов, осциллографов, вольтметров и амперметров к электрическим цепям для регистрации и обработки сигналов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает принципы работы основных радиоэлектронных приборов: вольтметров, амперметров, генераторов, осциллографов и источников питания; не умеет подготовить радиоэлектронные приборы - вольтметры, амперметры, генераторы, осциллографы и источники питания к работе; не владеет навыками подключения источников питания, генераторов, осциллографов, вольтметров и амперметров к электрическим цепям для регистрации и обработки сигналов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает неуверенно принципы работы основных радиоэлектронных приборов: вольтметров, амперметров, генераторов, осциллографов и источников питания имеет общие, но не структурированные знания основных способов проведения электрических измерений; демонстрирует частично сформированное умение подготовить радиоэлектронные приборы - вольтметры, амперметры, генераторы, осциллографы и источники питания к работе; владеет неуверенно и фрагментарно навыками подключения источников питания, генераторов, осциллографов, вольтметров и амперметров к электрическим цепям для регистрации и обработки сигналов, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Студент обладает уверенными, но не исчерпывающими знаниями основ радиоэлектроники, принципов работы электронных устройств, умеет выполнять проверку работоспособности приборов. Иметь навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой. Знает уверенно принципы работы основных радиоэлектронных приборов: вольтметров, амперметров, генераторов, осциллографов и источников питания, однако имеются отдельные пробелы в знании пределов измерений;</p> <p>умеет уверенно подготовить радиоэлектронные приборы - вольтметры, амперметры, генераторы, осциллографы и источники питания к работе однако затрудняется объяснить в при каких измерениях целесообразно применять стрелочные или цифровые приборы, а также автоматический или ручной выбор режим измерений;</p> <p>владеет навыками подключения источников питания, генераторов, осциллографов, вольтметров и амперметров к электрическим цепям для регистрации и обработки сигналов, может провести измерения в составе малой группы в качестве исполнителя, однако не может правильно определить погрешности проведения измерений.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает уверенно принципы работы основных радиоэлектронных приборов: вольтметров, амперметров, генераторов, осциллографов и источников питания;</p> <p>умеет уверенно подготовить радиоэлектронные приборы - вольтметры, амперметры, генераторы, осциллографы и источники питания к работе, может объяснить целесообразность применения приборов и выборов режимов измерений; владеет уверенно навыками подключения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>источников питания, генераторов, осциллографов, вольтметров и амперметров к электрическим цепям для регистрации и обработки сигналов, может провести измерения самостоятельно или в составе малой группы в качестве руководителя, может аргументированно объяснить полученные результаты и указать погрешности измерений.</p>
<p><b>ОПК.15.2</b> Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач</p>	<p>знать основы радиоэлектроники, основные принципы работы электронных устройств, уметь выполнять проверку работоспособности приборов, иметь навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Студент не знает основы радиоэлектроники, основные принципы работы электронных устройств, не умеет выполнять проверку работоспособности приборов. Не имеет навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Студент имеет отрывочные знания основ радиоэлектроники, основных принципах работы электронных устройств, умеет выполнять проверку работоспособности приборов. Иметь неуверенные навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Студент обладает уверенными, но не исчерпывающими знаниями основ радиоэлектроники, принципов работы электронных устройств, умеет выполнять проверку работоспособности приборов. Иметь навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Студент знает основы радиоэлектроники, основные принципы работы электронных устройств, умеет выполнять проверку работоспособности приборов. Имеет навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой.</p>



## ПК.6

### Способен проводить контроль защищенности информации от утечки по техническим каналам

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.6.1</b> Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам</p>	<p>знать основные принципы работы оборудования, методику проведения экспериментально-исследовательских работ нормативные требования при аттестации автоматизированных систем. Уметь использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения аттестационных мероприятий. Владеть навыками организатора проведения исследовательских работ при аттестации помещений и средств информатизации.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Студент не знает принципы работы оборудования, не знает методику проведения экспериментально-исследовательских работ, не знает нормативные требования при аттестации автоматизированных систем. Не умеет использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения аттестационных мероприятий, Не владеет навыками проведения исследовательских работ при аттестации помещений и средств информатизации.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Студент имеет отрывочные знания о принципах работы оборудования, методике проведения экспериментально-исследовательских работ нормативных требования при аттестации автоматизированных систем. Должен уметь использовать некоторое контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения аттестационных мероприятий, не владеет навыками проведения исследовательских работ при аттестации помещений и средств информатизации.</p> <p><b>Хорошо</b> Студент имеет прочные, но не полные знания об принципах работы оборудования, методике проведения экспериментально-исследовательских работ нормативных требованиях при аттестации автоматизированных систем. Уметь использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения аттестационных мероприятий, должен владеть навыками исполнителя проведения исследовательских работ при аттестации помещений и средств информатизации.</p> <p><b>Отлично</b></p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Студент должен знать основные принципы работы оборудования, методику проведения экспериментально-исследовательских работ нормативные требования при аттестации автоматизированных систем. Должен уметь использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения аттестационных мероприятий, должен владеть навыками организатора проведения исследовательских работ при аттестации помещений и средств информатизации.</p>
<p><b>ПК.6.1</b> Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам</p>	<p>знать физические основы современных информационно-коммуникационных технологий. Уметь анализировать физические явления и процессы в области радиоэлектроники. Владеть навыками работы с основными радиотехническими приборами: источниками питания, генераторами, осциллографами, мультиметрами и проведения с их помощью проведения специальных исследований на утечку информации по защищенным каналам.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Студент не знает основные принципы работы оборудования, методику проведения экспериментально-исследовательских работ. Не умеет использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения сертификации средств защиты информации, Не владеет навыками проведения исследовательских работ при сертификации средств защиты автоматизированных систем.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Студент имеет отрывочные знания основных принципов работы оборудования, методики проведения экспериментально-исследовательских работ, Уметь использовать некоторое контрольно-измерительное оборудование, необходимое для проведения сертификации средств защиты информации, не достаточно для квалифицированного исполнителя владеет навыками проведения исследовательских работ при сертификации средств защиты автоматизированных систем.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Студент имеет уверенные, но неполные знания, основных принципов работы оборудования, методику проведения экспериментально-исследовательских работ, Умеет использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения сертификации</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>средств защиты информации, при этом допускает некоторые ошибки, Владеет навыками проведения исследовательских работ в качестве исполнителя при сертификации средств защиты автоматизированных систем.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Студент имеет полные знания принципов работы оборудования, методику проведения экспериментально-исследовательских работ. Умеет использовать контрольно-измерительное и прочее оборудование, необходимое для проведения сертификации средств защиты информации, владеет навыками проведения исследовательских работ как организатор при сертификации средств защиты автоматизированных систем.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**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 45 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 45 балла

Компетенция (индикатор)	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.15.1</b> Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области	Лекция 6. Электрические фильтры <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Методы определения резонансной частоты и добротности колебательных контуров. Правила эксплуатации измерительных приборов: осциллограф, генератор, вольтметр, амперметр. Сборка радиотехнических устройств по принципиальной схеме. Сборка экспериментальной установки.
<b>ПК.6.1</b> Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам	Лекция 8. Выпрямители. Лабораторная работа №2. <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>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.6.1</b> Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам</p> <p><b>ОПК.15.1</b> Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области</p> <p><b>ОПК.15.2</b> Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач</p>	<p>Лекция 12. Операционные усилители.</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Принципы действия и принципиальные электрические схемы усилительных каскадов на операционных усилителях. Методы измерения основных характеристик усилителей.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.6.1</b> Проводит специальные исследования на утечку информации по техническим каналам</p> <p><b>ОПК.15.1</b> Анализирует физические явления и процессы, идентифицирует и формулирует проблемы в профессиональной области</p> <p><b>ОПК.15.2</b> Применяет знания физических основ современных информационно-телекоммуникационных технологий для решения профессиональных задач</p>	<p>Лекция 21. Цифровые схемы.</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Электрические цепи постоянного тока. Законы Кирхгофа. Цепи переменного тока. Катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока. Мощность в цепях переменного тока. Расчёт RLC - цепей методом векторных диаграмм и метод комплексных амплитуд.. Последовательный колебательный контур. Параллельный колебательный контур. Электрические фильтры. Прохождение импульсных сигналов через линейные электрические цепи. Магнитные материалы. Магнитные цепи. Магнитосвязанные цепи. Спектральные характеристики периодических электрических сигналов. Условия неискажающей передачи импульсов. Диоды. Выпрямители. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы. Математические модели усилителей и усилительных элементов. Резонансный усилитель. Широкополосный усилитель. Частотная коррекция. Усилители мощности. Классы усиления. Двухтактные каскады. Обратная связь в усилителях. Операционные усилители. Цепи с распределенными параметрами. Телеграфные уравнения. Волновое сопротивление длинной линии. Коэффициент отражения. Преобразование сопротивлений в длинной линии. Электронные ключи. Импульсные схемы. Логические операции. Функции алгебры логики. Триггеры. Релаксационные генераторы. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Генераторы синусоидальных колебаний. Условия возникновения колебаний. Установление амплитуды колебаний. Принципиальные схемы генераторов синусоидальных колебаний. Основы</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		радиосвязи. Радиоприёмные устройства.

### 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 электрическое сопротивление проводников	5
Решение задачи по теме постоянный электрический ток	5

#### Лекция 6. Электрические фильтры

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**

Показатели оценивания	Баллы
Расчет	10
Ответы на вопросы	5
Выполненная работа	5

#### Лекция 8. Выпрямители. Лабораторная работа №2.

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Показатель Балл Ответы на контрольные вопросы лабораторной работы "Исследование выпрямителей и стабилизаторов напряжения" и дополнительные вопросы преподавателя один балл за один правильный ответ	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 12. Операционные усилители.

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

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

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

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Выполнение заданий лабораторной работы	5
Обсуждение результатов и выводы.	5
Ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.	5
Оформление и представление результатов.	5

### **Лекция 21. 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: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответ на второй вопрос экзаменационного билета.	12
Ответ на первый вопрос экзаменационного билета.	12
Ответы на уточняющие и дополнительные вопросы ко второму вопросу экзаменационного билета.	8
Ответы на уточняющие и дополнительные вопросы к первому вопросу экзаменационного билета.	8