

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

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

Рабочая программа дисциплины

**СИНТЕЗ И АНАЛИЗ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ**

Код УМК 91928

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Синтез и анализ радиоэлектронных цепей

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

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

Направление: **03.04.03** Радиофизика  
направленность Электроника, микро- и наноэлектроника

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Синтез и анализ радиоэлектронных цепей** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**03.04.03** Радиофизика (направленность : Электроника, микро- и нанoeлектроника)

**ОПК.3** способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач

**ПК.4** способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.04.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	5
<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>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (5 триместр)

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

### **Синтез и анализ радиоэлектронных цепей**

#### **1. Введение.**

бщее знакомство с дисциплиной. Постановка задачи дисциплины. Входной контроль.

#### **2. Схемотехнический и функциональный анализ работы радиотехнических устройств.**

Принципы схемотехнического и функционального анализа электрических схем. Выделение из общей схемы отдельных функциональных блоков, и элементарных функциональных узлов. Определение функционального назначения устройства по его принципиальной электрической схеме, структурной, функциональной схеме. Моделирование принципиальных схем средствами САПР.

#### **3. Анализ работы узлов линейных радиотехнических устройств.**

Анализ линейных электрических цепей. Составление систем линейных дифференциальных уравнений, описывающих поведение линейных электрических цепей. Поиск переходного и установившегося решения. Символический метод расчета линейных электрических цепей. Теория линейных четырехполюсников, Метод холостого хода и короткого замыкания. Матричные методы вычисления параметров четырехполюсников. Компьютерное моделирование четырехполюсников.

#### **4. Синтез линейных цепей.**

Задачи синтеза линейных электрических цепей. Синтез электрических фильтров. Применение САПР для синтеза электрических фильтров.

#### **5. Анализ работы узлов нелинейных радиотехнических устройств.**

Функциональные узлы нелинейных устройств. Нелинейные операции и их синтез. Нелинейная обработка, преобразование электрических сигналов. Модуляторы, демодуляторы, генераторы электрических сигналов, амплитудные селекторы, перемножители, амплитудные ограничители, и другие нелинейные устройства. Анализ схем, содержащих нелинейные функциональные узлы. Примеры: принципиальная схема импульсного стабилизатора напряжения, двухтональная сирена.

#### **6. Синтез нелинейных цепей.**

Синтез нелинейных устройств. Определение алгоритма нелинейного преобразования. Реализация структурной и принципиальной электрической схемы. Согласование узлов электрической схемы с учетом их совместного влияния.

#### **7. Анализ импульсных устройств.**

Анализ и синтез цифровых устройств. Задача синтеза ФАЛ. Минимизация ФАЛ. Минимизация цифровых схем. Пример: Разработка простейшего АЦП.

#### **8. Синтез импульсных устройств.**

Разработка импульсного устройства - селектора видеоимпульсов телевизионной системы.

#### **9. Анализ и синтез цифровых устройств.**

Анализ и синтез цифровых устройств. Задача синтеза ФАЛ. Минимизация ФАЛ. Минимизация цифровых схем. Пример: Разработка простейшего АЦП.

## **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. Кучумов А. И. Электроника и схемотехника: учеб. пособие / А. И. Кучумов. - М.: Гелиос АРВ, 2005, ISBN 5-85438-138-9. - 336. - Библиогр.: с. 335
2. Алехин, В. А. Электроника и схемотехника. Конспект лекций с использованием компьютерного моделирования в среде «Tina-Ti»: мультимедийное электронное учебное пособие / В. А. Алехин. — Саратов : Вузовское образование, 2017. — 484 с. — ISBN 978-5-4487-0002-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/64900.html>

### Дополнительная:

1. Нанотехнологии в электронике-3.1 / И. И. Амиров, Е. А. Артамонова, А. Г. Балашов [и др.] ; под редакцией Ю. А. Чаплыгин. — Москва : Техносфера, 2016. — 480 с. — ISBN 978-5-94836-423-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/58864.html>
2. Акулиничев, Ю. П. Радиотехнические системы передачи информации : учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. — 195 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/72171.html>
3. Аксенов, А. И. Микросхемы для бытовой радиоэлектронной аппаратуры / А. И. Аксенов, А. В. Нефедов. — 2-е изд. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2016. — 216 с. — ISBN 5-98003-187-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90301.html> <http://www.iprbookshop.ru/90301.html>

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

<http://www.geda-project.org/> gEDA

<http://kicad-pcb.org/> KiCAD

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

Образовательный процесс по дисциплине **Синтез и анализ радиоэлектронных цепей** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- 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 (ЕТИС ПГНИУ);
- 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 используемого программного обеспечения:

- открытая система "ALT Linux"
- офисный пакет приложений "Libreoffice";
- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиа контент PDF-файлов "AdobeAcrobatReader DC";
- программы демонстрации видео материалов (проигрыватель) "WindowsMediaPlaer";
- программа просмотра интернет контента (браузер) "GoogleChrome"

Для анализа схем в курсе используются средства схемотехнического моделирования: Arduino IDE (<https://www.arduino.cc/>), gEDA (<http://www.geda-project.org/>), KiCad (<http://iut-tice.ujf-grenoble.fr/kicad>, <http://kicad.sourceforge.net>, <http://www.kicadlib.org/>) Данное ПО является свободным и распространяется под лицензией GNU GPL.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**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**

Лекционные занятия, групповые (индивидуальные) консультации, мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук), а также меловой (и) или маркерной доской.

Лабораторные занятия проводятся в такой-то лаборатории учебной лаборатории "Электрорадиоизмерений" с техническим оснащением, представленным в паспорте лаборатории.

Самостоятельная работа.

Лаборатория "Электрорадиоизмерений" кафедры радиоэлектроники и защиты информации для



самостоятельной работы, так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

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  
Синтез и анализ радиоэлектронных цепей**

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

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.3</b> способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач</p>	<p>Студент должен знать основные законы электрических линейных цепей. Уметь рассчитывать линейный электрические цепи, синтезировать цепи по заданным техническим характеристикам, экспериментально исследовать линейные электрические цепи. Владеть приёмами анализа и синтеза линейных электрических цепей, а также приемами компьютерного моделирования линейных электрических цепей.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> неудовлетворительно 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 допускает ошибки при изложении материала и в построении речи. В письменных работах обнаруживает полное незнание пройденного учебного материала.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> удовлетворительно 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> хорошо 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> отлично ставится в том случае, когда студент исчерпывающе знает весь программный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В различных практических заданиях умеет самостоятельно пользоваться полученными знаниями.</p>
<p><b>ПК.4</b> способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования</p>	<p>Студент должен знать основные схемотехнические решения и принципы работы функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры, уметь использовать полученные знания для синтеза новых схем из функциональных узлов, обнаруживать ошибки в узлах аппаратуры и их комбинациях, владеть методами анализа, расчёта и синтеза принципиальных электрических схем.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Студент не знает схемотехнику и принципы работы функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры, не умеет использовать полученные знания для синтеза новых схем из функциональных узлов, не может обнаруживать ошибки в узлах аппаратуры и их комбинациях, не владеет методами анализа и расчёта и синтеза принципиальных электрических схем.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Студент знает некоторые схемотехнические решения и имеет представление о работе функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры, умеет использовать полученные знания для синтеза новых схем из функциональных узлов, владеет некоторыми методами анализа, расчёта и синтеза принципиальных электрических схем. При этом для поиска и исправления ошибок нуждается в руководстве опытного руководителя или специалиста.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Студент знает основные схемотехнические решения и принципы работы функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры, умеет использовать полученные знания для синтеза новых схем из функциональных узлов, обнаруживать ошибки в узлах аппаратуры и их комбинациях, владеет методами анализа, расчёта и синтеза принципиальных электрических схем. При анализе и синтезе схем совершает несущественные ошибки, которые обнаруживаются и устраняются им самостоятельно в процессе схемотехнического моделирования и макетирования схем.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p>

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Студент знает основные схемотехнические решения и принципы работы функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры,, умеет использовать полученные знания для синтеза новых схем из функциональных узлов, обнаруживать ошибки в узлах аппаратуры и их комбинациях, владеет методами анализа, расчёта и синтеза принципиальных электрических схем.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	1. Введение. <b>Входное тестирование</b>	Знание основных законов электрических линейных цепей. Умение рассчитывать линейные электрические цепи
<b>ОПК.3</b> способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач	4. Синтез линейных цепей. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	знание физических законов линейных электрических цепей, умение выполнять расчет электрических цепей и их синтез, владение методами компьютерного моделирования линейных электрических цепей
<b>ОПК.3</b> способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач <b>ПК.4</b> способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования	7. Анализ импульсных устройств. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание принципов действия функциональных элементов нелинейных электрических цепей и алгебры логики, умение синтезировать и минимизировать цифровые и импульсные электрические цепи, содержащие нелинейные функциональные узлы, владеть методами компьютерного моделирования нелинейных электрических цепей

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.3</b> способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач</p> <p><b>ПК.4</b> способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования</p>	<p>9. Анализ и синтез цифровых устройств.</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент должен знать основные законы электрических линейных, импульсных и цифровых цепей. Уметь рассчитывать линейные, нелинейные, цифровые и импульсные электрические цепи, синтезировать цепи по заданным техническим характеристикам, экспериментально исследовать электрические цепи. Владеть приемами анализа и синтеза электрических цепей, а также приемами компьютерного моделирования электрических цепей.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 1. Введение.

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
Тестовое задание из 10 вопросов. Каждый правильный ответ дает по 10 баллов. Для успешного прохождения теста надо правильно ответить на 5 вопросов.	100

#### 4. Синтез линейных цепей.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Ответить на вопросы преподавателя	15
Рассчитать электрическую цепь по заданию преподавателя	5
Синтезировать электрический фильтр второго порядка	5
Провести компьютерное моделирование заданной электрической цепи	5

#### 7. Анализ импульсных устройств.

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Рассчитать импульсную схему по заданию преподавателя (каждая ошибка при расчетах снижает балл на 2)	10
Ответить на вопросы преподавателя	10
Синтезировать электрическую схему двухтональной сирены (каждая ошибка при расчетах снижает балл на 2)	10

### **9. Анализ и синтез цифровых устройств.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Ответить на дополнительные вопросы	10
Рассчитать один из выбранных узлов по заданию преподавателя	10
По заданию преподавателя предложить функциональную электрическую схему устройства	10
Ответить на теоретический вопрос	10