

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации

Авторы-составители: **Луногов Игорь Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Код УМК 95706

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Линейные электрические цепи и сигналы

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **03.03.03** Радиофизика
направленность Электроника, микро- и наноэлектроника

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Линейные электрические цепи и сигналы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.03 Радиофизика (направленность : Электроника, микро- и наноэлектроника)

ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования

ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Линейные электрические цепи и сигналы

Элементы линейной электрической цепи

Математическое определение и описание линейной электрической цепи в общем виде, степень приближения реальных физических цепей к математической абстракции. Электрическое сопротивление, индуктивность, емкость, линейные источники тока, усилители на биполярных транзисторах, работающие в линейном режиме. Метод узловых потенциалов для анализа линейных электрических цепей.

Дифференциальный усилитель и операционный усилитель в линейном режиме работы

Основные параметры и характеристики усилителей. Принципиальная схема дифференциального усилителя на двух биполярных транзисторах: полный численный анализ цепи, вычисление коэффициентов дифференциального усиления и синфазного ослабления электрических сигналов. Принцип отрицательной обратной связи. Простейшие схемы на операционных усилителях. Характеристики реального операционного усилителя.

Активные фильтры на операционных усилителях

Основные характеристики пассивных и активных фильтров. Случаи удачного использования пассивных фильтров на примере многокаскадных низкочастотных транзисторных усилителей и длинноволновых радиоприемников. Математическое описание передаточной характеристики фильтра. Схемотехника активных фильтров верхних частот, нижних частот, резонансных и режекторных. Гираторы. Классификация активных фильтров по принципу оптимизации амплитудных и фазовых характеристик.

Реакция линейной радиотехнической цепи на произвольный (в том числе апериодический) сигнал

Анализ цепи во временной и частотной областях с использованием интеграла Дюамеля, гармонического анализа Фурье, интеграла Фурье, преобразования Лапласа. Вычисление реакции линейной радиотехнической цепи на импульсные апериодические воздействия.

Линии передачи информации с распределенными параметрами (длинные линии)

Описание длинных линий как цепей с распределенными параметрами. Вывод телеграфных уравнений и решение этих уравнений для линий без потерь и при их наличии. Обсуждение практического применения режимов бегущей и стоячей волны

Теория устойчивости линейных электрических цепей

Введение в теорию устойчивости линейных электрических цепей: критерий устойчивости Найквиста, собственные частоты цепи, применение полиномов Гурвица к задаче об анализе устойчивости цепи.

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 аудиторные 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. Малинин, Л. И. Теория электрических цепей : учебное пособие для вузов / Л. И. Малинин, В. Ю. Нейман. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 345 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-04319-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433635>
2. 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>

Дополнительная:

1. Астайкин, А. И. Теоретические основы радиотехники. Часть вторая. Основы теории сигналов / А. И. Астайкин, А. П. Помазков ; под редакцией А. И. Астайкин. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2004. — 335 с. — ISBN 5-9515-0018-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/60868>
2. Астайкин, А. И. Теоретические основы радиотехники. Часть первая. Основы теории цепей / А. И. Астайкин, А. П. Помазков ; под редакцией А. И. Астайкин. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2003. — 553 с. — ISBN 5-85165-641-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/60867.html>
3. Астайкин, А. И. Теоретические основы радиотехники. Часть третья. Сигналы в радиотехнических цепях / А. И. Астайкин, А. П. Помазков. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2004. — 400 с. — ISBN 5-9515-0041-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/60963>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://electricalschool.info/> Школа для электрика

<http://elar.urfu.ru/> Основы теории цепей : учебное пособие для вузов

<https://siblec.ru/> Банк лекций

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

Образовательный процесс по дисциплине **Линейные электрические цепи и сигналы** 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. 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**).

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

Лекционная аудитория.

Для проведения лекций по дисциплине необходима поточная аудитория оснащенная:

1. Магнитно-маркерной или меловой доской;
2. Столами и стульями для студентов и преподавателя;
3. Мультимедийным оборудованием для показа компьютерных презентаций и визуализированных материалов.
4. Ноутбуком для преподавателя;
5. Освещением и стандартными евро розетками напряжением 220 В промышленной частоты 50 Гц с заземляющими контактами;
6. Набором цветных маркеров (не менее 4 цветов), стирателем для доски с набором салфеток или цветных мелков (не менее 4 цветов) и губки.

Аудитория для лабораторных занятий.

Учебные места лаборатории линейных и нелинейных систем радиоэлектроники:

1. Анализ спектра импульсов
2. Электромагнитные колебания в цепях с распределенными параметрами
3. Переходные процессы в однородных линиях связи
4. Исследование широкополосного усилителя
5. Исследование избирательного усилителя низкой частоты
6. Резонансные явления в контуре с нелинейной индуктивностью
7. Триггеры на логических элементах
8. Счетчики и делители частоты
9. Расчет и исследование одновибратора
10. Расчет и исследование мультивибратора

Техническое оснащение лаборатории линейных и нелинейных систем радиоэлектроники представлено в паспорте лаборатории.

Аудитория для самостоятельной работы.

Помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной и глобальной сетям и лаборатории линейных и нелинейных систем радиоэлектроники

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
Линейные электрические цепи и сигналы**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений</p>	<p>Владеть практическими навыками сборки, наладки и юстировки измерительной аппаратуры, позволяющей изучать переходные процессы в радиоэлектронных цепях и длинных линиях. Владеть практическими навыками измерения входных и выходных сигналов радиоэлектронных схем. Владеть практическим навыком определения устойчивости радиоэлектронной цепи по амплитудно-фазовой диаграмме (критерий Найквиста).</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не владеет практическими навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сборки, наладки и юстировки измерительной аппаратуры, позволяющей изучать переходные процессы в радиоэлектронных цепях и длинных линиях; - измерения входных и выходных сигналов радиоэлектронных схем; - определения устойчивости радиоэлектронной цепи по амплитудно-фазовой диаграмме (критерий Найквиста). <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Фрагментарное применение навыков сборки, наладки и юстировки измерительной аппаратуры, позволяющей изучать переходные процессы в радиоэлектронных цепях и длинных линиях. Обладает отдельными навыками измерения входных и выходных сигналов радиоэлектронных схем. Частичное применение навыков определения устойчивости радиоэлектронной цепи по амплитудно-фазовой диаграмме (критерий Найквиста).</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков сборки, наладки и юстировки измерительной аппаратуры, позволяющей изучать переходные процессы в радиоэлектронных цепях и длинных линиях. Обладает отдельными навыками измерения входных и выходных сигналов радиоэлектронных схем. Успешное применение навыков определения устойчивости радиоэлектронной цепи по амплитудно-фазовой диаграмме (критерий Найквиста).</p> <p align="center">Отлично</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>В совершенстве владеет практическими навыками сборки, наладки и юстировки измерительной аппаратуры, позволяющей изучать переходные процессы в радиоэлектронных цепях и длинных линиях. Обладает сформированными навыками измерения входных и выходных сигналов радиоэлектронных схем. Успешное применение навыков определения устойчивости радиоэлектронной цепи по амплитудно-фазовой диаграмме (критерий Найквиста).</p>
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>Знать универсальное свойство суперпозиции электрических напряжений (сигналов) в линейных радиотехнических цепях, ограничения, накладываемые на режимы работы, анализ и расчет реальных радиоэлектронных цепей (транзисторные усилители в линейном режиме, операционные усилители в линейном режиме), решение волнового уравнения для электрической цепи без активных потерь, определение, назначение и основные свойства длинных линий, использующихся в радиоэлектронной аппаратуре, особенности работы длинной линии в режиме бегущей волны и в режиме стоячей волны, формулу расчета коэффициента отражения электромагнитной волны от конца длинной линии, условия Хэвисайда для неискаженной передачи сигналов посредством длинной линии, основные виды и переходные характеристики активных фильтров (фильтр Бесселя, Баттерворта,</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний, умений и навыков в использовании современной радиоэлектронной аппаратуры</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания методов анализа и расчета реальных радиоэлектронных цепей (транзисторные усилители в линейном режиме, операционные усилители в линейном режиме), назначение и основные свойства длинных линий, основных видов и переходных характеристик активных фильтров (фильтр Бесселя, Баттерворта, Чебышева), представление об устойчивости (склонности к генерации) радиоэлектронных цепей и знать математические критерии устойчивости Найквиста и Гурвица. Частично сформированные умения представлять спектрально сложные сигналы в виде суперпозиции гармонических сигналов (представление периодической функции в виде ряда Фурье), вычислять спектральную функцию сигнала (преобразования Фурье), применять операторный метод (преобразование Лапласа) к анализу переходных процессов в простых (одно- и двухзвенных) пассивных линейных радиоэлектронных цепях.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания методов анализа и расчета</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>Чебышева), представление об устойчивости (склонности к генерации) радиоэлектронных цепей и знать математические критерии устойчивости Найквиста и Гурвица.</p> <p>Уметь представлять спектрально сложные сигналы в виде суперпозиции гармонических сигналов (представление периодической функции в виде ряда Фурье), вычислять спектральную функцию сигнала (преобразования Фурье), применять операторный метод (преобразование Лапласа) к анализу переходных процессов в простых (одно- и двухзвенных) пассивных линейных радиоэлектронных цепях. Уметь физически объяснить режимы работы длинной линии с помощью эпюр тока и напряжения в длинной линии в зависимости от типа нагрузки линии. Уметь по локальным соотношениям токов и напряжений в узле длинной линии получать телеграфные уравнения и решать их в приближении стационарных гармонических сигналов. Уметь рассчитывать переходную характеристику активного фильтра со сложной отрицательной обратной связью. Уметь произвести инженерный расчет активного фильтра по заранее определенному техническому заданию.</p> <p>Владеть методом расчета электромагнитных полей в окрестности радиоэлектронных</p>	<p>Хорошо</p> <p>реальных радиоэлектронных цепей (транзисторные усилители в линейном режиме, операционные усилители в линейном режиме), назначение и основные свойства длинных линий, основных видов и переходных характеристик активных фильтров (фильтр Бесселя, Баттерворта, Чебышева), представление об устойчивости (склонности к генерации) радиоэлектронных цепей и знать математические критерии устойчивости Найквиста и Гурвица.</p> <p>В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения представлять спектрально сложные сигналы в виде суперпозиции гармонических сигналов (представление периодической функции в виде ряда Фурье), вычислять спектральную функцию сигнала (преобразования Фурье), применять операторный метод (преобразование Лапласа) к анализу переходных процессов в простых (одно- и двухзвенных) пассивных линейных радиоэлектронных цепях.</p> <p>Отлично</p> <p>В совершенстве знать свойство суперпозиции электрических напряжений (сигналов) в линейных радиотехнических цепях, ограничения, накладываемые на режимы работы, методы анализа и расчета реальных радиоэлектронных цепей (транзисторные усилители в линейном режиме, операционные усилители в линейном режиме), назначение и основные свойства длинных линий, использующихся в радиоэлектронной аппаратуре, особенности работы длинной линии в режиме бегущей волны и в режиме стоячей волны, формулу расчета коэффициента отражения электромагнитной волны от конца длинной линии, условия Хэвисайда для неискаженной передачи сигналов посредством длинной линии, основные виды и переходные характеристики активных фильтров (фильтр Бесселя, Баттерворта,</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>конструкций, используемых в качестве длинных линий. Владеть методом расчета транзисторных многокаскадных усилителей в линейном режиме. Владеть методом расчета электронных схем на операционных усилителях, охваченных глубок</p>	<p>Отлично Чебышева), представление об устойчивости (склонности к генерации) радиоэлектронных цепей и знать математические критерии устойчивости Найквиста и Гурвица. Полностью сформированные умения представлять спектрально сложные сигналы в виде суперпозиции гармонических сигналов (представление периодической функции в виде ряда Фурье), вычислять спектральную функцию сигнала (преобразования Фурье), применять операторный метод (преобразование Лапласа) к анализу переходных процессов в простых (одно- и двухзвенных) пассивных линейных радиоэлектронных цепях.</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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Элементы линейной электрической цепи Входное тестирование	Проверка остаточных знаний по электричеству и радиоэлектронике
ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений	Дифференциальный усилитель и операционный усилитель в линейном режиме работы Защищаемое контрольное мероприятие	Знание основных видов и переходных характеристик активных фильтров (фильтр Бесселя, Баттерворта, Чебышева), представление об устойчивости (склонности к генерации) радиоэлектронных цепей и знать математические критерии устойчивости Найквиста и Гурвица. Умение рассчитывать переходную характеристику активного фильтра со сложной отрицательной обратной связью, произвести инженерный расчет активного фильтра по заранее определенному техническому заданию. Навыки расчета транзисторных многокаскадных усилителей в линейном режиме, расчета электронных схем на операционных усилителях, охваченных глубокой отрицательной обратной связью.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>Реакция линейной радиотехнической цепи на произвольный (в том числе аperiodический) сигнал Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать спектральные характеристики сигнала. Разложение в ряд Фурье. Интегрирующие и дифференцирующие цепочки.</p>
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>Линии передачи информации с распределенными параметрами (длинные линии) Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание назначения и основных свойств длинных линий, используемых в радиоэлектронной аппаратуре, особенности работы длинной линии в режиме бегущей волны и в режиме стоячей волны, формулу расчета коэффициента отражения электромагнитной волны от конца длинной линии, условия Хэвисайда для неискаженной передачи сигналов посредством длинной линии. Умение физически объяснить режимы работы длинной линии с помощью эпюров тока и напряжения в длинной линии в зависимости от типа нагрузки линии. Уметь по локальным соотношениям токов и напряжений в узле длинной линии получать телеграфные уравнения и решать их в приближении стационарных гармонических сигналов.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p> <p>ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений</p>	<p>Теория устойчивости линейных электрических цепей</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Проверка теоретических знаний свойств линейных радиотехнических цепей: операционных усилителей в линейном режиме, длинных линий, используемых в радиоэлектронной аппаратуре, особенностей работы длинной линии в режиме бегущей волны и в режиме стоячей волны, формулу расчета коэффициента отражения электромагнитной волны от конца длинной линии, условий Хэвисайда для неискаженной передачи сигналов посредством длинной линии, основные виды и переходные характеристики активных фильтров (фильтр Бесселя, Баттерворта, Чебышева). Проверка умений представлять спектрально сложные сигналы в виде суперпозиции гармонических сигналов (представление периодической функции в виде ряда Фурье), вычислять спектральную функцию сигнала (преобразования Фурье), применять операторный метод (преобразование Лапласа) к анализу переходных процессов в простых (одно- и двухзвенных) пассивных линейных радиоэлектронных цепях.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Элементы линейной электрической цепи

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
-----------------------	-------

Дифференциальный усилитель и операционный усилитель в линейном режиме работы

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **12**

Проходной балл: **6**

Показатели оценивания	Баллы
Инженерный расчет активного фильтра Чебышева, Бесселя и Баттерворта по существующему техническому заданию.	3
Умение математически оценить устойчивость радиотехнической цепи по критерию Найквиста.	3
Расчет электронных схем на операционных усилителях, охваченных глубокой отрицательной обратной связью.	3
Расчет переходной характеристики активного фильтра со сложной отрицательной обратной связью.	3

Реакция линейной радиотехнической цепи на произвольный (в том числе апериодический) сигнал

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **24**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Ответ на дополнительные вопросы	12
Выполнение лабораторной работы	6
Выполнение заданий по расчету цепей	6

Линии передачи информации с распределенными параметрами (длинные линии)

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **24**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Описание назначения и основных свойств длинных линий, используемых в радиоэлектронной аппаратуре, особенностей работы (расположение силовых линий электрического и магнитного полей в окрестности открытой двухпроводной линии и коаксиального кабеля).	6
Расчета коэффициента отражения электромагнитной волны от конца длинной линии, условия Хэвисайда для неискаженной передачи сигналов посредством длинной линии.	6
Расчет волнового сопротивления длинной линии. Описание режимов бегущей волны и стоячих волны.	6
Получение телеграфных уравнений и решение их в приближении стационарных гармонических сигналов.	6

Теория устойчивости линейных электрических цепей

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

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Правильное решение задачи о реакции линейной цепи на электрический импульс конечной длительности методом преобразования Лапласа	10
Правильный инженерный расчет активного фильтра (Бесселя, Баттерворта, Чебышева) на операционном усилителе.	10
Правильное описание основных режимов работы длинных линий (режим бегущий волны, режим стоячих волн, смешанный режим).	5
Правильное толкование математических основ анализа линейных цепей: значение нулей и полюсов дробно-рациональной функции цепи, критерии устойчивости электрических цепей.	5