

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра радиоэлектроники и защиты информации

Авторы-составители: **Лунегов Игорь Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Код УМК 90417

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Нелинейные 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 **Нелинейные электрические цепи и сигналы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

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	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	28
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Нелинейные электрические цепи и сигналы

Раздел 1. Линейность и нелинейность физических систем.

Лекция 1. Линейность и нелинейность физических систем. Системы приводящие к нелинейным дифференциальным уравнениям

В лекциях дается обзор физических систем, которые при определенном приближении можно считать как линейными так и нелинейными. На лабораторных занятиях исследуется зависимость напряжения на емкости последовательного колебательного контура от частоты. Наблюдается скачок напряжения и гистерезис, возникающий при исследовании резонансных явлений

Лабораторная работа. Резонансные явления в контуре с нелинейной индуктивностью

Рассмотрены нелинейные свойства индуктивностей и резонансные явления в колебательных контурах с нелинейными индуктивностями.

Раздел 2. Нелинейные элементы радиотехнических цепей

Лекция 2. Резистивные, емкостные и индуктивные нелинейные элементы. Характеристики N и S типа.

Рассматриваются свойства двухполюсных нелинейных элементов: индуктивных, емкостных, резистивных. Характеристики N и S типа. Нелинейные элементы управляемые током (заданные в зависимости от тока) и управляемые напряжением (заданные в зависимости от напряжения). Обратимость характеристик.

Раздел 3. Четырехполюсные нелинейные резистивные элементы

Лекция 3. Четырехполюсные нелинейные резистивные элементы. Зависимые источники напряжения и тока

Преобразователи характеристик: скалор, ротатор, рефлексор. Элементы с переменными параметрами. Операторы интегрирования и дифференцирования

Лекция 4. Нелинейные элементы высшего порядка

Рассматриваются проблемы, возникающие при составлении уравнений цепей с нелинейными элементами. Тупиковые состояния. Преодоление противоречий при помощи нелинейных элементов высшего порядка.

Раздел 4. Уравнения и анализ нелинейных резистивных цепей

Лекция 5. Численные методы анализа нелинейных резистивных цепей. Алгоритм простой итерации. Алгоритм Ньютона-Рафсона

Электрические цепи, составленные из нелинейных резистивных элементов, описываются системами нелинейных функциональных уравнений — алгебраических и трансцендентных. Вид уравнений определяется функциями, которыми аппроксимированы вольт-амперные характеристики элементов. При решении этих уравнений могут применены приближенные методы

Лекция 6. Уравнения узловых напряжений нелинейных резистивных цепей. Дискретные линеаризованные схемы анализа нелинейных цепей.

Рассматривается метод составления уравнений резистивных цепей для нелинейных элементов, управляемых напряжением или заданных в зависимости от напряжения. Предлагается метод записи

уравнений путем применения приближенных методов к уравнениям элементов

Лекция 7. Гибридные уравнения нелинейных резистивных цепей. Составление уравнений выделением линейной и нелинейной подцепей

В качестве искоемых переменных в гибридных уравнениях принимаются как напряжения, так и токи ветвей цепи. Элементами нелинейной резистивной цепи могут быть: линейные и нелинейные резистивные двухполюсники с любыми характеристиками, управляемыми как током, так и напряжением, линейные зависимые источники всех четырех типов, независимые источники напряжения и тока. Гибридные уравнения снимают все ограничения рассмотренных узловых уравнений на допустимую элементную базу, поскольку элементы могут иметь немонотонные характеристики любого вида и допустимы любые зависимые источники

Раздел 5. Анализ динамических процессов в цепях первого порядка

Лекция 8-9. Уравнения нелинейных динамических цепей. Уравнения элементов. Уравнения соединений.

Дается понятие переменной состояния. Рассматриваются подходы к составлению уравнений нелинейных динамических цепей. Приводятся примеры составления уравнений

Лекция 10-11. Анализ процессов в цепях первого порядка. Качественный анализ процессов в цепях первого порядка. Решение уравнения состояния

Рассматриваются качественные методы подхода к решению уравнений для переменных состояния, методы определения стационарных состояний, их устойчивость

Раздел 6. Методы решения нелинейных динамических уравнений

Лекция 12. Метод фазового пространства. Отображения движений динамических систем в пространствах состояний

Отображения движений динамических систем в пространствах состояний. Связь технологических свойств фазового пространства с видом уравнения колебательной системы. Основные свойства фазовых траекторий, регулярные и особые точки. Типы особых точек на двумерной фазовой поверхности и в трехмерном фазовом пространстве. Способы построения фазовых траекторий.

Лекция 13. Метод гармонического баланса. Приближенные решения, секулярные члены. Метод возмущений

Рассматривается метод, при котором: 1) в неавтономной цепи при действии на входе гармонического сигнала установившаяся периодическая реакция должна иметь тот же период, что и входное воздействие; 2) основная гармоника реакции, частота которой равна частоте воздействия в случае неавтономной цепи или определяется параметрами автономной цепи, должна доминировать над остальными гармониками. Для выполнения данного условия необходимо, чтобы нелинейность в системе была несильной, а кроме того, чтобы частотные характеристики линейной части ослабляли высшие гармоники

Лекция 14. Метод медленно меняющихся амплитуд. Метод Боголюбова-Митропольского
Рассматривается один из основных методов исследования поведения слабо нелинейных колебательных систем --- метод медленно меняющихся амплитуд. Даны основные предпосылки метода, описан способ получения приближенных укороченных уравнений в декартовых и полярных координатах, определена устойчивость получаемых стационарных колебательных состояний системы и точность предлагаемого метода. В качестве примера разобрана задача о вынужденных колебаниях в линейной системе при

одновременном силовом и параметрическом воздействии

Раздел 7. Автоколебательные системы

Лабораторная работа. Исследование и расчет мультивибратора

Студенты изучают функционирования релаксационного генератора - мультивибратора. Выполняется расчет схемы, монтаж и исследование работы мультивибратора

Лабораторная работа. Исследование и расчет одновибратора

Студенты изучают функционирования релаксационного генератора - одновибратора. Выполняется расчет схемы с заданным диапазоном изменения импульса, монтаж и исследование работы одновибратора

Лабораторная работа. Исследование и расчет триггера

Студенты изучают функционирования триггера. Выполняется расчет и монтаж схемы с заданными параметрами

Лабораторная работа. Исследование RC-генератора

Студенты изучают принципы работы RC-генератора на основе трехзвенной цепочки, исследуют условия самовозбуждения генератора по критерию Найквиста, снимают амплитудно-частотно-фазовых характеристик усилителя с цепью обратной связи

Раздел 8. Триггеры на логических элементах

Лабораторная работа. Исследование триггеров на логических элементах

Студенты собирают на макете различные типов триггеров по заданию преподавателя, изучают функционирования триггеров и экспериментально определяют таблицы истинности

Раздел 9. Счетчики и делители частоты

Лабораторная работа. Исследование счетчиков и делителей частоты

Студенты собирают на макете различные типы счетчиков и делителей частоты по заданию преподавателя, изучают функционирования различных схем счетчиков и делителей частоты и способы их построения

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. Нелинейные системы радиоэлектроники. Цифровая схемотехника. Триггеры на логических элементах:метод. указания/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2007.-28.
2. Нелинейные радиотехнические системы. Расчет и исследование одновибратора:метод. указания к выполнению лаб. работы/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь:Перм. гос. ун-т,2007.-14.
3. Нелинейные системы радиоэлектроники. Цифровая схемотехника. Счетчики и делители частоты:метод. указания/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2007.-26.
4. Каратаева, Н. А. Радиотехнические цепи и сигналы. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация : учебное пособие / Н. А. Каратаева. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 257 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/72173.html>

Дополнительная:

1. Бессонов Л. А. Нелинейные электрические цепи:учеб. пособие для вузов/Л. А. Бессонов:Высш. шк.,1977.-343.
2. Гоноровский И. С.Радиотехнические цепи и сигналы.учеб. Ч. 2.Нелинейные системы. Преобразование случайных процессов в линейных и нелинейных системах. Борьба с помехами/И. С. Гоноровский.- М.:Сов. радио,1967.-327
3. Основы теории цепей:Сб.задач/Моск.ин-т радиотехники,электроники и автоматики.-М.,1993, ISBN 5-230-12121-1.-56.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://go-radio.ru/> радиоэлектроника для начинающих

<https://www.radioingener.ru/> Радиоэлектроника. Курс для начинающих.

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

Образовательный процесс по дисциплине **Нелинейные 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

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная презентационной техникой:

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

Аудитория для проведения мероприятий текущего контроля:

- персональный компьютер или ноутбук с соответствующим программным обеспечением;
- мультимедийное оборудование (проектор, экран).

Аудитория для лабораторных занятий - лаборатория линейных и нелинейных систем радиоэлектроники

с техническим оснащением, представленным в паспорте.

Учебные места:

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

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

7. Триггеры на логических элементах
8. Счетчики и делители частоты
9. Расчет и исследование одновибратора
10. Расчет и исследование мультивибратора

Помещение для самостоятельной работы - помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной и глобальной сетям и лаборатория 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
Нелинейные 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>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>знать основные методы решения задач, содержащих нелинейные элементы, уметь применять модели элементов для составления алгебраических и динамических уравнений, владеть методами приближенного решения нелинейных уравнений</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные методы решения задач, содержащих нелинейные элементы, Не умеет применять модели элементов для составления алгебраических и динамических уравнений, Не владеет методами приближенного решения нелинейных уравнений</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Частично сформированные знания основных методов решения задач, содержащих нелинейные элементы. Фрагментарное умение применять модели элементов для составления алгебраических и динамических уравнений. Посредственное применение навыков владения методами приближенного решения нелинейных уравнений</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов решения задач, содержащих нелинейные элементы. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умение применять модели элементов для составления алгебраических и динамических уравнений. В целом успешное, но не систематическое применение навыков владения методами приближенного решения нелинейных уравнений</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных методов решения задач, содержащих нелинейные элементы. Сформированное умение применять модели элементов для составления алгебраических и динамических уравнений. Успешное и систематическое применение навыков</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>владения методами приближенного решения нелинейных уравнений</p>
<p>ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений</p>	<p>знает и применяет на практике основные методы радиофизических измерений, владение основными измерительными радиофизическими приборами для исследования параметров цепей</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знаний и применения на практике основных методов радиофизических измерений, Отсутствие умений в использовании измерительного оборудования для исследования параметров цепей</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания и применение на практике основных методов радиофизических измерений, демонстрация частично сформированных умений использовать измерительное оборудование для исследования параметров цепей</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов радиофизических измерений, в целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать измерительное оборудование для исследования параметров цепей</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Уверенно знает и применяет на практике основные методы радиофизических измерений, успешно использует весь парк измерительного оборудования для исследования параметров цепей</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 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Лекция 1. Линейность и нелинейность физических систем. Системы приводящие к нелинейным дифференциальным уравнениям Входное тестирование	Входное тестирование проводится с целью определения остаточных знаний по основам теории колебаний и дифференциальным уравнениям, электричеству и радиоэлектронике
ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Лекция 7. Гибридные уравнения нелинейных резистивных цепей. Составление уравнений выделением линейной и нелинейной подцепей Защищаемое контрольное мероприятие	умение составлять систему уравнений электрических цепей, содержащих: - нелинейные резистивные элементы; - нелинейные реактивные элементы; - активные четырехполюсники

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Лекция 14. Метод медленно меняющихся амплитуд. Метод Боголюбова - Митропольского</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знание теории нелинейных электрических цепей. Умение составлять системы алгебраических и динамических уравнений для электрических цепей, содержащих нелинейные резистивные и реактивные элементы. Владение методами приближенного решения и качественного анализа задач, содержащих нелинейные элементы.</p>
<p>ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Лабораторная работа. Исследование и расчет триггера</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение рассчитывать значения необходимых элементов, входящих в электрическую цепь генератора.</p> <p>Владение навыками использования измерительной техники для получения осциллограмм напряжений в контрольных точках схемы и сравнение их с заданными начальными условиями.</p> <p>Знание теории принципов работы и использования генераторов</p>
<p>ПК.2 способность использовать основные методы радиофизических измерений</p> <p>ОПК.8 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Лабораторная работа. Исследование счетчиков и делителей частоты</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>умение составлять схемы триггеров и таблицы их истинности (состояний) при подаче различных комбинаций логических уровней, выводы о соответствии теории и эксперимента</p> <p>знать применение триггеров в импульсной технике</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Лекция 1. Линейность и нелинейность физических систем. Системы приводящие к нелинейным дифференциальным уравнениям

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Полностью решенные задачи входного тестирования с правильным представлением результатов построением необходимых графиков	81
Решение обеих задач входного контроля, но отсутствие графической интерпретации результатов	61
Решена одна из задач входного контроля или в решении задач присутствуют ошибки невнимательности, приводящие к неверному результату	41
Нерешенные задачи	0

Лекция 7. Гибридные уравнения нелинейных резистивных цепей. Составление уравнений выделением линейной и нелинейной подцепей

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
Записана система алгебраических уравнений на основе модели, уравнений элементов, уравнений соединений. Каждая ошибка снижает балл на 2	8
Правильно представлена модель электрической цепи содержащей нелинейные элементы. Каждая ошибка снижает балл на 2	4
Правильно записаны модели нелинейных элементов электрической цепи. Каждая ошибка снижает балл на 2	4
Правильно записаны уравнения соединений электрической цепи. Каждая ошибка снижает балл на 2	4

Лекция 14. Метод медленно меняющихся амплитуд. Метод Боголюбова - Митропольского

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**

Показатели оценивания	Баллы
Правильно решена задача, относящаяся к тематике курса. Каждая ошибка в решении снижает балл на 2	14
Дан исчерпывающий ответ на теоретический вопрос. Каждая ошибка снижает балл на 2	10
Дан ответ дополнительный вопрос по всему курсу.	8

Дан ответ дополнительный вопрос по теме билета	8
--	---

Лабораторная работа. Исследование и расчет триггера

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Даны ответы на вопросы преподавателя о принципах работы генератора. Каждая ошибка уменьшает балл на 2.	8
Рассчитаны параметры генератора (одновибратор или мультивибратор). Каждая ошибка уменьшает балл на 2.	4
Получены осциллограммы с указанными характеристиками. Каждая ошибка уменьшает балл на 2.	4
Собран макет с использованием необходимой элементной базы. Каждая ошибка уменьшает балл на 2.	4

Лабораторная работа. Исследование счетчиков и делителей частоты

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Дан правильный ответ на вопрос преподавателя о принципах работы триггера и/или делителя частоты. Каждая ошибка снижает балл на 2	8
Правильно собрана схема триггера и/или делителя частоты по указанию преподавателя. Каждая ошибка снижает балл на 2	6
Получены на осциллографе все необходимые изображения	6