

**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 СИСТЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Код УМК 64394

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

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Нелинейные системы радиоэлектроники

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

Дисциплина входит в обязательную 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 системы радиоэлектроники** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

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

**ПК.2** способность использовать основные методы радиофизических измерений

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	03.03.03 Радиофизика (направленность: Электроника, микро- и наноэлектроника)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

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

### **Нелинейные системы радиоэлектроники. Первый семестр**

#### **Раздел 1. Линейность и нелинейность физических систем.**

##### **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.

#### **Раздел 2. Нелинейные элементы радиотехнических цепей**

##### **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**

##### **Четырехполюсные нелинейные резистивные элементы. Зависимые источники напряжения и тока**

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

##### **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**

##### **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

##### **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

##### **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**

### **Уравнения нелинейных динамических цепей. Уравнения элементов. Уравнения соединений.**

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

### **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**

### **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.

### **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.

### **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 типы 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. Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы : учебник для академического бакалавриата / В. И. Нефедов, А. С. Сигов ; под редакцией В. И. Нефедова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 266 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02408-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433792>
2. Нелинейные системы радиоэлектроники. Цифровая схемотехника. Триггеры на логических элементах:метод. указания/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2007.-28.
3. Каратаева, Н. А. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 : учебное пособие / Н. А. Каратаева. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 260 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/72172.html>
4. Бессонов Л. А. Нелинейные электрические цепи:учебное пособие для втузов/Л. А. Бессонов.-Москва:Высшая школа,1977.-343.
5. Нелинейные радиотехнические системы. Расчет и исследование одновибратора:методические указания к выполнению лабораторной работы/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2007.-14.
6. Нелинейные системы радиоэлектроники. Цифровая схемотехника. Счетчики и делители частоты:метод. указания/Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2007.-26.

### Дополнительная:

1. Гоноровский И. С.Радиотехнические цепи и сигналы.учебник для радиотехнических вузов и факультетов Ч. 2.Нелинейные системы. Преобразование случайных процессов в линейных и нелинейных системах. Борьба с помехами/И. С. Гоноровский.-Москва:Советское радио,1967.-327
2. Основы теории цепей:сборник задач/Московский институт радиотехники, электроники и автоматики.-Москва,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 системы радиоэлектроники** 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 (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 необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов.
2. Программы для демонстрации видео материалов (проигрыватель).
3. Программы просмотра интернет контента (браузер).
4. Офисный пакет приложений «LibreOffice».
5. Операционная система ALT Linux

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 и семинарского 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).

Групповые (индивидуальные) консультации, мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран для проектора, компьютер/ноутбук с соответствующим программным обеспечением), а также меловой (и) или маркерной доской

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
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 системы радиоэлектроники**

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

**ПК.2**

**способность использовать основные методы радиофизических измерений**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.2</b> 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 align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие знаний и применения на практике основных методов радиофизических измерений, Отсутствие умений в использовании измерительного оборудования для исследования параметров цепей</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> 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 align="center"><b>Хорошо</b> 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 align="center"><b>Отлично</b> 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 (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Линейность и нелинейность физических систем. Системы приводящие к нелинейным дифференциальным уравнениям <b>Входное тестирование</b>	Входное тестирование проводится с целью определения остаточных знаний по основам теории колебаний и дифференциальным уравнениям, электричеству и радиоэлектронике
<b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений	Гибридные уравнения нелинейных резистивных цепей. Составление уравнений выделением линейной и нелинейной подцепей. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	умение составлять систему уравнений электрических цепей, содержащих: - нелинейные резистивные элементы; - нелинейные реактивные элементы; - активные четырехполюсники.
<b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений	Метод медленно меняющихся амплитуд. Метод Боголюбова - Митропольского <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	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.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений	Лабораторная работа. Исследование и расчет триггера <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение рассчитывать значения необходимых элементов, входящих в электрическую цепь генератора. Владение навыками использования измерительной техники для получения осциллограмм напряжений в контрольных точках схемы и сравнение их с заданными начальными условиями. Знание теории принципов работы и использования генераторов
<b>ПК.2</b> способность использовать основные методы радиофизических измерений	Лабораторная работа. Исследование счетчиков и делителей частоты <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	умение составлять схемы триггеров и таблицы их истинности (состояний) при подаче различных комбинаций логических уровней, выводы о соответствии теории и эксперимента знать применение триггеров в импульсной технике

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### 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

#### 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 записаны уравнения соединений электрической цепи. Каждая ошибка снижает балл на 2	4
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

### 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 на дополнительный вопрос по всему курсу.	8
Дан ответ на 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
Получены осциллограммы с указанными характеристиками. Каждая ошибка уменьшает балл на 2.	4
Рассчитаны параметры генератора (одновибратор или мультивибратор). 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