

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

#### Практикум "Основы радиоэлектроники" Б2.В.6

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тюрин В.А.

**Рецензент(ы):**

Шерстюков О.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6104114

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Тюрин В.А. Кафедра радиофизики Отделение радиофизики и информационных систем , Vladimir.Tiourin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Б2.В.6 "Практикум "Основы радиоэлектроники" является приобретение теоретических знаний, навыков работы с радиоизмерительной аппаратурой, навыков проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных в основных областях радиофизики и радиоэлектроники, которые необходимы для успешного продолжения образования по выбранному профилю.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.В.6 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к вариативной части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина Б2.В.6 "Практикум "Основы радиоэлектроники" входит в базовую часть профессионального цикла Б3 бакалавров по направлению 011800 Радиофизика и является обязательной для изучения.

Изучение данной дисциплины базируется на подготовке по физике и математике в рамках Государственного стандарта общего образования, дисциплин подготовки бакалавров по направлению 011200.62 Физика: Б2.Б.3 "Электричество и магнетизм", Б2.Б.6 "Математический анализ", Б2.Б.10 "Дифференциальные уравнения". Студент должен обладать входными знаниями перечисленных модулей математического и естественнонаучного цикла Б2, а также навыками экспериментальной работы и навыками работы с радиоизмерительной аппаратурой, приобретенными на физическом практикуме Б2.В.1 по электричеству и магнетизму.

Дисциплина имеет естественную связь с модулями Б3.Б.11 Основы радиоэлектроники, Б3.Б.6 -Основы теории колебаний, Б3.Б.12 - Физическая электроника, Б3.Б.13 - Полупроводниковая электроника.

Знания и навыки, приобретенные студентом в результате овладения дисциплиной Б2.В.6 "Практикум "Основы радиоэлектроники" необходимы при изучении дисциплин

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук;
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способность овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
ОК-16 (общекультурные компетенции)	способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников;
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность работать самостоятельно и в коллективе, руководить людьми и подчиняться;
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способность понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований.
ПК-2 (профессиональные компетенции)	- способность применять на практике базовые профессиональные навыки;
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование;
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации (в соответствии с профилем подготовки);

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- Знать основные положения в области теории линейных и нелинейных радиотехнических цепей, теории модулированных сигналов и их спектров, усилительных и генераторных устройств, теории ошибок и обработки эксперимента, принципы действия аналоговых и цифровых радиоизмерительных приборов.

2. должен уметь:

ориентироваться в вопросах построения и анализа радиотехнических схем, а также применения современной элементной базы, пользоваться основными методами описания электромагнитных колебательных процессов, методами расчета радиотехнических и электронных систем.

3. должен владеть:

навыками практической работы с современными радиотехническими устройствами и измерительными приборами, методами измерений и методами обработки данных, методами учета и минимизации ошибок эксперимента.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с использованием электромагнитных сигналов для передачи, приема и обработки информации в радиотехнических цепях,
- к использованию современных методов обработки сигналов, основных законов построения и функционирования радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, методов анализа электромагнитных процессов в этих цепях,
- к эксплуатации современной радиофизической аппаратуры и оборудования,
- к работе с современными образовательными и информационными технологиями

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема: СИГНАЛЫ. 1. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ. 2. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.	4	1,2	0	0	4	отчет
2.	Тема 2. Тема: ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 1. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР?. 2. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. 3. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.	4	2,3,4	0	0	12	отчет
3.	Тема 3. Тема: НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. 1. Лабораторная работа ?ВЫПРЯМИ-ТЕЛЬ.	4	5	0	0	2	отчет
4.	Тема 4. Тема: УСИЛИТЕЛИ. 1. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ. 2. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.	4	5,6	0	0	6	отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Тема: КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 1. Лабораторная работа РС-ГЕНЕРАТОР.	4	7	0	0	4	отчет
6.	Тема 6. Тема. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. 1. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР. 2. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР. 3. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.	4	8,9	0	0	8	отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Тема: СИГНАЛЫ. 1. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ. 2. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.**

###### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

1. Лабораторная работа ?АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ?. Амплитудная модуляция ? перенос спектра низкочастотного колебания без искажения в высокочастотную область. Соотношение верхней частоты спектра модулирующего колебания и частоты несущего колебания. Глубина амплитудной модуляции. Мощность амплитудно-модулированного колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания при тональной модуляции. Спектр амплитудно-модулированного колебания при наличии  $n$  гармоник в спектре модулирующего колебания. Методы амплитудной модуляции. Базовая модуляция при малой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Базовая модуляция при большой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Амплитудная и частотная модуляционные характеристики. 2. Лабораторная работа ?АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ?. Амплитудная демодуляция или детектирование - нелинейное преобразование спектра АМ колебания, в результате которого в нем появляются гармоники модулирующего сигнала. Квадратичное детектирование. Линейное детектирование. Фильтрация спектра модулирующего колебания. Основные характеристики детектора: детекторная характеристика, частотная характеристика, входное сопротивление.

##### **Тема 2. Тема: ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 1. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР?. 2. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. 3. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.**

###### **лабораторная работа (12 часа(ов)):**

1. Лабораторная работа ?КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР?. А). Последовательный колебательный контур. Основные соотношения. Последовательный колебательный контур ? двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс напряжений. Влияние внутреннего сопротивления генератора и со-противления нагрузки на добротность последовательного колебательного кон-тура. Б). Параллельный колебательный кон-тур. Основные соотношения. Параллельный колебательный контур ? двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс токов. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность параллельного колебательного контура. 2. Лабораторная работа ?ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ?. Коэффициенты передачи линейного четырехполюсника. Частотные характеристики четырехполюсника. Дифференцирующая цепь, интегрирующая цепь, частотно-компенсированный делитель как четырехполюсники. Их частотные характеристики. 3. Лабораторная работа ?ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ?. Процессы заряда и разряда конденсатора в идеальной RC цепи. Интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на конденсаторе при включении цепи на генератор э.д.с. Е. Условие хорошего и плохого интегрирования. Реальная интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на резисторе при включении цепи на генератор э.д.с. Е. Условие хорошего и плохого дифференцирования. Реальная дифференцирующая цепь.

**Тема 3. Тема: НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. 1. Лабораторная работа ?ВЫПРЯМИ-ТЕЛЬ.**

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

1. Лабораторная работа ?ВЫПРЯМИТЕЛЬ?. Полупроводниковый диод - нелинейный элемент. Однополупериодный выпрямитель. Двухполупериодный выпрями-тель со средней точкой и мостиковый выпрямитель. Резистивно-емкостная нагрузка. Сглаживающий фильтр. Умножители напряжения.

**Тема 4. Тема: УСИЛИТЕЛИ. 1. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ. 2. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

1. Лабораторная работа ?УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ?. Усилитель - устройство, увеличивающее мощность входного сигнала за счет энергии источника постоянного тока. Амплитудная и амплитудно-частотная характеристики. Принцип работы транзисторного усилителя. Рабочая точка. Стабилизация рабочей точки. Анализ характеристик усилителя в режиме малого сигнала. 2. Лабораторная работа ?РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ?. Назначение, классификация, структура и основные характеристики усилителя. Схемы транзисторных усилителей высокой частоты. Режимы работы усилительного элемента. Обобщенная эквивалентная схема резонансного усилителя. Коэффициент усиления напряжения. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики резонансного усилителя.

**Тема 5. Тема: КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 1. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.**

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Генератор ?преобразователь энергии источника питания постоянного тока в энергию колебаний. Генератор устройство с положительной обратной связью. Условие баланса фаз и условие баланса амплитуд. Два типа RC-генераторов. Частотные характеристики четырехполюсника Вина. Частотные характеристики фазосдвигающей цепи. Условие спектральной чистоты автоколебаний.

**Тема 6. Тема. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. 1. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР. 2. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР. 3. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.**

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

1. Лабораторная работа ?МУЛЬТИВИБРАТОР?. Мультивибратор (генерирующий множество гармоник) генератор релаксационного типа, устройство с положительной обратной связью. Явление регенерации. Автоколебательный режим мультивибратора. Основные параметры выходного сигнала; длительность импульса и период следования. Температурная стабильность частоты импульсов мультивибратора. Длительность отрицательного фронта выходного импульса. Амплитуда выходных импульсов. Методы регулирования частоты следования импульсов; регулирование методом изменения постоянной времени времязадающей цепи, регулирование методом изменения минимального напряжения на конденсаторе времязадающей цепи, регулирование путем изменения начального напряжения на конденсаторе времязадающей цепи. Мультивибратор с управляющим смещением. 2. Лабораторная работа ?СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР?. Триггер ? электронное устройство с двумя устойчивыми со-стояниями. Симметричный триггер. Явление регенерации. Статический режим. Условие запираения транзистора. Условие насыщения транзистора. Симметричный триггер с раздельным запуском. Переходные процессы в мультивибраторе с раздельным запуском. Стадия под-готовки. Стадия регенерации. Стадия установления. Симметричный триггер со счетным запуском. Способы повышения быстродействия триггера. Влияние нагрузки. 3. Лабораторная работа ?ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ?. Биполярный транзистор. Ключевой режим транзистора. Ре-жим насыщения. Режим отсечки. Заряд в базе транзистора. Переходные процессы в транзисторном ключе. Процесс включения. Процесс выключения. Схемы транзисторных ключей. Ключ с форсирующим конденсатором. Ключ с нелинейной отрицательной обратной связью.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема: СИГНАЛЫ. 1. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ. 2. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.	4	1,2	Изучение теоретической части, работа с литературой. Изучение радиоизмерительных приборов. Проведение	4	отчет
2.	Тема 2. Тема: ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 1. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР?. 2. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. 3. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.	4	2,3,4	Изучение теоретической части, работа с литературой. Изучение радиоизмерительных приборов. Проведение	12	отчет



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Тема: НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. 1. Лабораторная работа ?ВЫПРЯМИ-ТЕЛЬ.	4	5	Изучение теоретической части, работа с литературой. Изучение радиоизмерительных приборов. Проведение	2	отчет
4.	Тема 4. Тема: УСИЛИТЕЛИ. 1. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ. 2. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.	4	5,6	Изучение теоретической части, работа с литературой. Изучение радиоизмерительных приборов. Проведение	6	отчет
5.	Тема 5. Тема: КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 1. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.	4	7	Изучение теоретической части, работа с литературой. Изучение радиоизмерительных приборов. Проведение	4	отчет
6.	Тема 6. Тема. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. 1. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР. 2. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР. 3. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.	4	8,9	Изучение теоретической части, работа с литературой. Изучение радиоизмерительных приборов. Проведение	8	отчет
	Итого				36	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Применяется образовательная технология, реализующая логическую цепь - изучение теории конкретной радиотехнической цепи или электронного устройства - проведение радиоэлектронных измерений, результаты которых дают представление о свойствах объекта - обработка и анализ полученных экспериментальных данных, соотнесение с выводами теории.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Тема: СИГНАЛЫ. 1. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ. 2. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.**

отчет , примерные вопросы:

**Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ.** Что такое амплитудная модуляция? Что такое тональная модуляция и манипуляция? Как трактуется амплитудная модуляция с точки зрения теории спектров? Каково соотношение верхней частоты спектра модулирующего колебания и частоты несущего колебания? Что такое глубина амплитудной модуляции? Как подсчитать мощность амплитудно-модулированного колебания? Каков Спектр амплитудно-модулированного колебания при тональной модуляции. Каков Спектр амплитудно-модулированного колебания при наличии  $n$  гармоник в спектре модулирующего колебания. Какие известны методы амплитудной модуляции. Базовая модуляция при малой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Базовая модуляция при большой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Амплитудная и частотная модуляционные характеристики. 2. **Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.** Амплитудная демодуляция или детектирование - это линейное или нелинейное преобразование спектра АМ колебания? Как изменяется спектр АМ-колебания при демодуляции? Почему в результате этого в нем появляются гармоники модулирующего сигнала? Объяснить квадратичное детектирование и линейное детектирование. Зачем нужна фильтрация спектра модулирующего колебания? Основные характеристики детектора - детекторная характеристика, частотная характеристика, входное сопротивление.

**Тема 2. Тема: ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 1. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР?. 2. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. 3. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.**

отчет , примерные вопросы:

1. **Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.** А). Что такое Последовательный колебательный контур? Основные соотношения. Последовательный колебательный контур как двухполюсник. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики. Резонанс напряжений. Влияние внутреннего сопротивления генератора и со-противления нагрузки на добротность последовательного колебательного кон-тура. Б). Параллельный колебательный кон-тур. Основные соотношения. Параллельный колебательный контур ? двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс токов. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность параллельного колебательного контура. 2. **Лабораторная работа ?ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ?.** Коэффициенты передачи линейного четырехполюсника. Частотные характеристики четырехполюсника. Дифференцирующая цепь, интегрирующая цепь, частотно-компенсированный делитель как четырехполюсники. Их частотные характеристики. 3. **Лабораторная работа ?ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ?.** Процессы заряда и разряда конденсатора в идеальной RC цепи. Интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на конденсаторе при включении цепи на генератор э.д.с. Е. Условие хорошего и плохого интегрирования. Реальная интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на резисторе при включении цепи на генератор э.д.с. Е. Условие хорошего и плохого дифференцирования. Реальная дифференцирующая цепь.

**Тема 3. Тема: НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. 1. Лабораторная работа ?ВЫПРЯМИ-ТЕЛЬ.**

отчет , примерные вопросы:

**Лабораторная работа ВЫПРЯМИТЕЛЬ.** Полупроводниковый диод - нелинейный элемент. Однополупериодный выпрямитель. Что такое Коэффициент выпрямления? Каковы особенности Двухполупериодного выпрямителя со средней точкой и мостикового выпрямителя. Особенности работы выпрямителя на резистивно-емкостную нагрузку. Сглаживающий фильтр. Что такое коэффициент пульсаций? Умножители напряжения.

**Тема 4. Тема: УСИЛИТЕЛИ. 1. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ. 2. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.**

отчет , примерные вопросы:

Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ. Усилитель - устройство, увеличивающее мощность входного сигнала за счет энергии источника постоянного тока. Амплитудная и амплитудно-частотная характеристики. Принцип работы транзисторного усилителя. Рабочая точка. Стабилизация рабочей точки. Анализ характеристик усилителя в режиме малого сигнала. 2. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ?. Назначение, классификация, структура и основные характеристики усилителя. Схемы транзисторных усилителей высокой частоты. Режимы работы усилительного элемента. Обобщенная эквивалентная схема резонансного усилителя. Коэффициент усиления напряжения. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики резонансного усилителя.

**Тема 5. Тема: КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 1. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.**

отчет , примерные вопросы:

Лабораторная работа RC-генератор. Генератор - преобразователь энергии источника питания постоянного тока в энергию колебаний. Генератор устройство с положительной обратной связью. Условие баланса фаз и условие баланса амплитуд. Два типа RC-генераторов. Частотные характеристики четырехполюсника Вина. Частотные характеристики фазосдвигающей цепи. Условие спектральной чистоты автоколебаний.

**Тема 6. Тема. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. 1. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР. 2. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР. 3. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.**

отчет , примерные вопросы:

Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР. Мультивибратор (генерирующий множество гармоник) генератор релаксационного типа, устройство с положительной обратной связью. Явление регенерации. Автоколебательный режим мультивибратора. Основные параметры выходного сигнала; длительность импульса и период следования. Температурная стабильность частоты импульсов мультивибратора. Длительность отрицательного фронта выходного импульса. Амплитуда выходных импульсов. Методы регулирования частоты следования импульсов; регулирование методом изменения постоянной времени времязадающей цепи, регулирование методом изменения минимального напряжения на конденсаторе времязадающей цепи, регулирование путем изменения начального напряжения на конденсаторе времязадающей цепи. Мультивибратор с управляющим смещением. 2. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР?. Триггер ? электронное устройство с двумя устойчивыми состояниями. Симметричный триггер. Явление регенерации. Статический режим. Условие запирающего транзистора. Условие насыщения транзистора. Симметричный триггер с раздельным запуском. Переходные процессы в мультивибраторе с раздельным запуском. Стадия под-готовки. Стадия регенерации. Стадия установления. Симметричный триггер со счетным запуском. Способы повышения быстродействия триггера. Влияние нагрузки. 3. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ?. Биполярный транзистор. Ключевой режим транзистора. Режим насыщения. Режим отсечки. Заряд в базе транзистора. Переходные процессы в транзисторном ключе. Процесс включения. Процесс выключения. Схемы транзисторных ключей. Ключ с форсирующим конденсатором. Ключ с нелинейной отрицательной обратной связью.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Невозможно указать компетенции, приобретаемые студентом при выполнении какой либо одной лабораторной работы. Компетенции приобретаются при выполнении всего комплекса лабораторных работ.

Работа студента в лаборатории предполагает некоторую специфику применения балльно-рейтинговой системы.

Программой дисциплины в рамках балльно-рейтинговой системы предусмотрены: текущий контроль - контроль хода выполнения лабораторных работ на каждом занятии в течение всего периода обучения в лаборатории по учебному плану. На текущий контроль - выделяется 50 баллов. Самого факта зачета в лаборатории нет. Зачет может быть выставлен в конце семестра с учетом набранных баллов за текущий контроль. Минимальное количество баллов в текущем контроле для получения зачета - 27,5. Максимальная сумма баллов, которую может получить студент по завершении обучения в лаборатории - 100.

Оцениваются: сроки выполнения работы, качество подготовки теории, качество проведения эксперимента и обработки результатов, качество оформления отчета.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ПРАКТИКУМУ ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ.

1. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ. Что такое амплитудная модуляция? Что такое тональная модуляция и манипуляция? Как трактуется амплитудная модуляция с точки зрения теории спектров? Каково соотношение верхней частоты спектра модулирующего колебания и частоты несущего колебания? Что такое глубина амплитудной модуляции? Как подсчитать мощность амплитудно-модулированного колебания? Каков Спектр амплитудно-модулированного колебания при тональной модуляции. Каков Спектр амплитудно-модулированного колебания при наличии  $n$  гармоник в спектре модулирующего колебания. Какие известны методы амплитудной модуляции. Базовая модуляция при малой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Базовая модуляция при большой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Амплитудная и частотная модуляционные характеристики.

2. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ. Амплитудная демодуляция или детектирование - это линейное или нелинейное преобразование спектра АМ колебания? Как изменяется спектр АМ-колебания при демодуляции? Почему в результате этого в нем появляются гармоники модулирующего сигнала? Объяснить квадратичное детектирование и линейное детектирование. Зачем нужна фильтрация спектра модулирующего колебания? Основные характеристики детектора - детекторная характеристика, частотная характеристика, входное сопротивление.

3. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ. Амплитудная демодуляция или детектирование - нелинейное преобразование спектра АМ колебания, в результате которого в нем появляются гармоники модулирующего сигнала. Квадратичное детектирование. Линейное детектирование. Фильтрация спектра модулирующего колебания. Основные характеристики детектора: детекторная характеристика, частотная характеристика, входное сопротивление.

#### 4. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.

А). Что такое последовательный колебательный контур? Как соединены элементы колебательного контура? Последовательный колебательный контур как двухполюсник. Что такое комплексный коэффициент передачи последовательного колебательного контура? Частотные характеристики. Что такое резонанс напряжений? Как влияет внутреннее сопротивление генератора и сопротивление нагрузки на добротность последовательного колебательного контура?

Б). Что такое последовательный колебательный контур? Как соединены элементы колебательного контура? Последовательный колебательный контур как двухполюсник. Что такое комплексный коэффициент передачи последовательного колебательного контура? Частотные характеристики. Что такое резонанс напряжений? Как влияет внутреннее сопротивление генератора и сопротивление нагрузки на добротность последовательного колебательного контура?

5. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Ввести коэффициенты передачи линейного четырехполюсника. Что такое частотные характеристики четырехполюсника? Объяснить понятия - дифференцирующая цепь, интегрирующая цепь, частотно-компенсированный делитель как четырехполюсники. Особенность их частотных характеристик.

6. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ. Процессы заряда и разряда конденсатора в идеальной RC цепи. Интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на конденсаторе при включении цепи на генератор э.д.с. Е. Условие хорошего и плохого интегрирования. Реальная интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на резисторе при включении цепи на генератор э.д.с. Е. Условие хорошего и плохого дифференцирования. Реальная дифференцирующая цепь.
7. Лабораторная работа ВЫПРЯМИТЕЛЬ. Полупроводниковый диод - нелинейный элемент. Однополупериодный выпрямитель. Что такое Коэффициент выпрямления? Каковы особенности Двухполупериодного выпрямителя со средней точкой и мостикового выпрямителя. Особенности работы выпрямителя на резистивно-емкостную нагрузку. Сглаживающий фильтр. Что такое коэффициент пульсаций? Умножители напряжения.
8. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ. Усилитель - устройство, увеличивающее мощность входного сигнала за счет энергии источника постоянного тока. Амплитудная и амплитудно-частотная характеристики. Принцип работы транзисторного усилителя. Рабочая точка. Стабилизация рабочей точки. Анализ характеристик усилителя в режиме малого сигнала.
9. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ. Назначение, классификация, структура и основные характеристики усилителя. Схемы транзисторных усилителей высокой частоты. Режимы работы усилительного элемента. Обобщенная эквивалентная схема резонансного усилителя. Коэффициент усиления напряжения. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики резонансного усилителя.
10. Лабораторная работа RC-генератор. Генератор преобразователь энергии источника питания постоянного тока в энергию колебаний. Генератор устройство с положительной обратной связью. Условие баланса фаз и условие баланса амплитуд. Два типа RC-генераторов. Частотные характеристики четырехполюсника Вина. Частотные характеристики фазосдвигающей цепи. Условие спектральной чистоты автоколебаний.
11. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР. Мультивибратор (генерирующий множество гармоник) генератор релаксационного типа, устройство с положительной обратной связью. Явление регенерации. Автоколебательный режим мультивибратора. Основные параметры выходного сигнала; длительность импульса и период следования. Температурная стабильность частоты импульсов мультивибратора. Длительность отрицательного фронта выходного импульса. Амплитуда выходных импульсов. Методы регулирования частоты следования импульсов; регулирование методом изменения постоянной времени времязадающей цепи, регулирование методом изменения минимального напряжения на конденсаторе времязадающей цепи, регулирование путем изменения начального напряжения на конденсаторе времязадающей цепи. Мультивибратор с управляющим смещением.
12. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР. Триггер электронное устройство с двумя устойчивыми состояниями. Симметричный триггер. Явление регенерации. Статический режим. Условие запираения транзистора. Условие насыщения транзистора. Симметричный триггер с отдельным запуском. Переходные процессы в мультивибраторе с отдельным запуском. Стадия подготовки. Стадия регенерации. Стадия установления. Симметричный триггер со счетным запуском. Способы повышения быстродействия триггера. Влияние нагрузки.
13. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ. Биполярный транзистор. Ключевой режим транзистора. Режим насыщения. Режим отсечки. Заряд в базе транзистора. Переходные процессы в транзисторном ключе. Процесс включения. Процесс выключения. Схемы транзисторных ключей. Ключ с форсирующим конденсатором. Ключ с нелинейной отрицательной обратной связью.

### 7.1. Основная литература:

1. Основы теории цепей: Учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А. Чепурнов; Под ред. Г.Н. Арсеньева. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 448 с.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=224548>

2. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин; под ред. П. Д. Саркисова. - М.: Химия, 2010. - 604 с. - ISBN 978-5-98109-085-1.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=488007>

3. Физические основы электроники: Учебное пособие / В.В. Умрихин; Уником Сервис. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Технологический сервис). (переплет) ISBN 978-5-98281-306-0, 1000 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=316836>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. . Основы радиоэлектроники : учебное пособие для студентов специальности "Радиофизика и электроника". Ч. 1 / Б. П. Бойко ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Казань : Регентъ, 2001.

Сигналы .? 2001 .? 93 с. : ил.

2. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 448 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0360-5, 500 экз.

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365161>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>

Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>

ЭБС БиблиоРоссика - <http://bibliorossica.com/>

ЭБС Знаниум - <http://Znanium.com/>

ЭБС КнигаФонд - <Http://Knigafund.ru>

ЭБС Лань - <http://elanbook.com/>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Практикум "Основы радиоэлектроники"" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

- 1.Осциллограф 10 МГ ОСУ 10А
- 2.Осциллограф 10 МГ
- 3.Осциллограф ОСУ-20
- 4.Вольтметр универсальный GDM 8135
- 5.Генератор сигналов GFG 8215А
- 6.Лабораторный стенд "Линейные цепи"
- 7.Лабораторный стенд "Электронные приборы"
- 8.Лабораторный стенд "Электротехника и электроника"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Тюрин В.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Шерстюков О.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.