

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Тюрин В.А.

20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Практикум "Основы радиоэлектроники" Б1.В.ОД.15

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тюрин В.А.

**Рецензент(ы):**

Насыров И.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Шерстюков О. Н.

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

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

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

Регистрационный No 86819118

Казань  
2018

## **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) Б3.В6 "ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (практикум)" является приобретение теоретических знаний и экспериментальных навыков в области усилительной, генераторной, преобразовательной и радиоизмерительной техники, необходимых для успешного продолжения образования по выбранному профилю.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.15 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 16.03.01 Техническая физика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина Б3.В.6 "ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (практикум)" 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 011800 Радиофизика: Б2.Б.3 "Электричество и магнетизм", Б2.Б.6 "Математический анализ", Б2.Б10 "дифференциальные уравнения", Б2.Б5 "Теория функций комплексного переменного". Студент должен обладать входными знаниями перечисленных модулей математического и естественнонаучного цикла Б2, а также навыками экспериментальной работы, приобретенными на физическом практикуме Б2.В.1 по электричеству и магнетизму.

Дисциплина Б3.Б.11 "ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (практикум)" имеет естественную связь с модулями Б3.В4 - Радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике), Б3.Б.11 - Основы радиоэлектроники, Б3.Б.6 -Основы теории колебаний, Б3.Б12 - Физическая электроника, Б3.Б13 - Полупроводниковая электроника.

### 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-3 (общекультурные компетенции)	способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
ОК-6 (общекультурные компетенции)	Способность добиваться намеченной цели
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:
- основные теоретические положения в области использования электромагнитных явлений для передачи, приема и обработки информации, методы обработки сигналов и их выделения на фоне шумов, основные принципы, законы построения и функционирования электронных систем, теоретические и экспериментальные методы оценки параметров электронных приборов.
2. должен уметь:
- ориентироваться в вопросах построения и анализа радиотехнических схем, а также применения современной элементной базы, пользоваться основными методами описания колебательных и волновых процессов в различных средах, 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.
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 принципов и законов построения и функционирования радиотехнических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, методов анализа электромагнитных процессов в этих цепях,

- к эксплуатации современной радиофизической аппаратуры и оборудование,

- 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	

Тема 1. Тема 1.

СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ.

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Тема 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.	4		0	0	3	
3.	Тема 3. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.	4		0	0	3	
4.	Тема 4. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.	4		0	0	3	
5.	Тема 5. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД.	4		0	0	3	
6.	Тема 6. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ВЫПРЯМИТЕЛЬ.	4		0	0	3	
7.	Тема 7. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ.	4		0	0	3	
8.	Тема 8. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.	4		0	0	3	
9.	Тема 9. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.	4		0	0	3	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР.	4		0	0	3	
11.	Тема 11. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР.	4		0	0	3	
12.	Тема 12. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.	4		0	0	3	
.	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Тема 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ.

#### лабораторная работа (3 часа(ов)):

Исследуется процесс амплитудной модуляции высокочастотного (ВЧ) колебания как способ кодирования информации для передачи через открытое пространство. Основные изучаемые положения. Амплитудная модуляция ? перенос спектра низко-частотного колебания без искажения в высокочастотную область. Соотношение верхней частоты спектра модулирующего колебания и частоты несущего колебания. Глубина ам-плитудной модуляции. Мощность амплитудно-модулированного колебания. Спектр ам-плитудно-модулированного колебания при тональной модуляции. Спектр амплитудно-модулированного колебания при наличии n гармоник в спектре модулирующего колеба-ния. Методы амплитудной модуляции. Базовая модуляция при малой амплитуде ВЧ коле-бания. Спектр АМ колебания. Базовая модуляция при большой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Амплитудная и частотная модуляционные характеристики.

### Тема 2. Тема 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.

#### лабораторная работа (3 часа(ов)):

Исследуется процесс выделения информации, заложенной в ВЧ-колебание при амплитудной модуляции. Основные изучаемые положения. 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 3. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

А). Последовательный колебательный контур. Исследуются свойства последовательного соединения элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и генератора напряжения  $E$ . Основные изучаемые положения. Последовательный колебательный контур - двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс напряжений. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность последовательного колебательного контура. Б). Параллельный колебательный контур. Исследуются свойства параллельного соединения элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и генератора тока. Основные изучаемые положения. Параллельный колебательный контур как двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс токов. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность параллельного колебательного контура.

**Тема 4. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Исследуются частотные характеристики типовых радиотехнических цепочек. Основные изучаемые положения. Коэффициенты передачи линейного четырехполюсника. Частотные характеристики четырехполюсника. Дифференцирующая цепь, интегрирующая цепь, частотно-компенсированный делитель как четырехполюсники. Их частотные характеристики.

**Тема 5. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Основные изучаемые положения. Полупроводниковый диод - нелинейный элемент. Уравнение Шокли. Вольт-амперная характеристика диода. Прямое и обратное сопротивления. Прямой и обратный ток. Статическое и дифференциальное сопротивления.

**Тема 6. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ВЫПРЯМИТЕЛЬ.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Исследуется процесс преобразования переменного тока в постоянный. Основные изучаемые положения. Однополупериодный выпрямитель. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой и мостиковый выпрямитель. Резистивно-емкостная нагрузка. Сглаживающий фильтр. Умножители напряжения.

**Тема 7. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**

Исследуется простейшее усилительное устройство ? усилительный RC- каскад на биполярном транзисторе. Основные изучаемые положения. 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.

**Тема 8. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.**

**лабораторная работа (3 часа(ов)):**



Исследуется узкополосный усилитель на биполярном транзисторе. Влияние коллекторной нагрузки на свойства усилителя. Основные изучаемые положения. 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 9. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.**

##### ***лабораторная работа (3 часа(ов)):***

Исследуются условия получения синусоидальных колебаний в системе с операционным усилителем. Основные изучаемые положения. Генератор как преобразователь энергии источника 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 10. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР.**

##### ***лабораторная работа (3 часа(ов)):***

Исследуются релаксационные процессы в системе с положительной обратной связью. Основные изучаемые положения. 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.

#### **Тема 11. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР.**

##### ***лабораторная работа (3 часа(ов)):***

Исследуются процессы переключения в ?спусковом? логическом устройстве. Основные изучаемые положения. Триггер как 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 подготовки. Стадия регенерации. Стадия установления. Симметричный триггер со счетным запуском. Способы повышения быстродействия триггера. Влияние нагрузки.

#### **Тема 12. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.**

##### ***лабораторная работа (3 часа(ов)):***

Исследуется ключевой режим работы усилительного каскада на биполярном транзисторе. Основные изучаемые положения. 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.

### **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 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
2.	Тема 2. Тема 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
3.	Тема 3. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
4.	Тема 4. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
5.	Тема 5. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ВЫПРЯМИТЕЛЬ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
7.	Тема 7. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
8.	Тема 8. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
9.	Тема 9. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
10.	Тема 10. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
11.	Тема 11. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
12.	Тема 12. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.	4		Подготовка теоретической части лабораторной работы. Обработка эксперимента. Подготовка отчета.	3	Устный опрос и проверка отчета.
	Итого				36	

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

Используются следующие формы учебной работы: лекции, лабораторные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

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

**Тема 1. Тема 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:  
Исследуется процесс амплитудной модуляции высокочастотного (ВЧ) колебания как способ кодирования информации для передачи через открытое пространство. Основные изучаемые положения. Амплитудная модуляция ? перенос спектра низко-частотного колебания без искажения в высокочастотную область. Соотношение верхней частоты спектра модулирующего колебания и частоты несущего колебания. Глубина ам-плитудной модуляции. Мощность амплитудно-модулированного колебания. Спектр ам-плитудно-модулированного колебания при тональной модуляции. Спектр амплитудно-модулированного колебания при наличии n гармоник в спектре модулирующего колеба-ния. Методы амплитудной модуляции. Базовая модуляция при малой амплитуде ВЧ коле-бания. Спектр АМ колебания. Базовая модуляция при большой амплитуде ВЧ колебания. Спектр АМ колебания. Амплитудная и частотная модуляционные характеристики.

**Тема 2. Тема 1. СИГНАЛЫ. Лабораторная работа АМПЛИТУДНОЕ ДЕТЕКТИРОВАНИЕ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:  
Исследуется процесс выделения информации, заложенной в ВЧ-колебание при ам-плитудной модуляции. Основные изучаемые положения. Амплитудная демодуляция или детектирование ? нелинейное преобразование спектра АМ колебания, в результате которого в нем появля-ются гармоники модулирующего сигнала. Квадратичное детектирование. Линейное детектирование. Фильтрация спектра модулирующего колебания. Основные характеристики детектора: детекторная характеристика, частотная характеристика, входное сопротивление.

### **Тема 3. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ.**

#### **Лабораторная работа КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

А). Последовательный колебательный контур. Исследуются свойства последовательного соединения элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и генератора напряжения  $E$ . Основные изучаемые положения. Последовательный колебательный контур - двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс напряжений. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность последовательного колебательного контура. Б). Параллельный колебательный контур. Исследуются свойства параллельного соединения элементов  $R$ ,  $L$ ,  $C$  и генератора тока. Основные изучаемые положения. Параллельный колебательный контур как двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс токов. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность параллельного колебательного контура.

### **Тема 4. Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ.**

#### **Лабораторная работа ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуются частотные характеристики типовых радиотехнических цепочек. Основные изучаемые положения. Коэффициенты передачи линейного четырехполюсника. Частотные характеристики четырехполюсника. Дифференцирующая цепь, интегрирующая цепь, частотно-компенсированный делитель как четырехполюсники. Их частотные характеристики.

### **Тема 5. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Основные изучаемые положения. Полупроводниковый диод - нелинейный элемент. Уравнение Шокли. Вольт-амперная характеристика диода. Прямое и обратное сопротивления. Прямой и обратный ток. Статическое и дифференциальное сопротивления.

### **Тема 6. Тема 3. НЕЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ. Лабораторная работа ВЫПРЯМИТЕЛЬ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуется процесс преобразования переменного тока в постоянный. Основные изучаемые положения. Однополупериодный выпрямитель. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой и мостиковый выпрямитель. Резистивно-емкостная нагрузка. Сглаживающий фильтр. Умножители напряжения.

### **Тема 7. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуется простейшее усилительное устройство ? усилительный RC- каскад на биполярном транзисторе. Основные изучаемые положения. Усилитель - устройство, увеличивающее мощность входного сигнала за счет энергии источника постоянного тока. Амплитудная и амплитудно-частотные характеристики. Принцип работы транзисторного усилителя. Рабочая точка. Стабилизация рабочей точки. Анализ характеристик усилителя в реж

### **Тема 8. Тема 4. УСИЛИТЕЛИ. Лабораторная работа РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуется узкополосный усилитель на биполярном транзисторе. Влияние коллекторной нагрузки на свойства усилителя. Основные изучаемые положения. Назначение, классификация, структура и основные характеристики усилителя. Схемы транзисторных усилителей высокой частоты. Режимы работы усилительного элемента. Обобщенная эквивалентная схема резона

### **Тема 9. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:



Исследуются условия получения синусоидальных колебаний в системе с операционным усилителем. Основные изучаемые положения. Генератор как преобразователь энергии источника постоянного тока в энергию колебаний. Генератор устройство с положительной обратной связью. Условие баланса фаз и условие баланса амплитуд. Два типа RC-г

### **Тема 10. Тема 5. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. Лабораторная работа МУЛЬТИВИБРАТОР.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуются релаксационные процессы в системе с положительной обратной связью. Основные изучаемые положения. 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.

### **Тема 11. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа СИММЕТРИЧНЫЙ ТРИГГЕР.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуются процессы переключения в ?спусковом? логическом устройстве. Основные изучаемые положения. Триггер как 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 подготовки. Стадия регенерации. Стадия установления. Симметричный триггер со счетным запуском. Способы повышения быстродействия триггера. Влияние нагрузки.

### **Тема 12. Тема 6. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА. Лабораторная работа ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ.**

Устный опрос и проверка отчета. , примерные вопросы:

Исследуется ключевой режим работы усилительного каскада на биполярном транзисторе. Основные изучаемые положения. 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:

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЛАБОРАТОРНОМУ 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 суть квадратичного и линейного детектирования. Зачем нужна фильтрация спектра модулирующего колебания? Основные характеристики детектора - детекторная характеристика, частотная характеристика, входное сопротивление - объяснить.

3. 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?

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.
11. 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 подготовки. Стадия регенерации. Стадия установления. Симметричный триггер со счетным запуском. Способы повышения быстродействия триггера. Влияние нагрузки.
12. 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. Комиссаров Ю.А., Бабокин Г.И. Общая электротехника и электроника: учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 480 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010416-4.-[Электронный ресурс] Сайт ЭБС Знаниум.-Режим доступа:<http://znanium.com/catalog.php?item=bookinfo&book=487480> - свободный.
2. Гальперин М. В. Электротехника и электроника: Учебник / Гальперин М.В. - М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 480 с.: 60х90 1/16. - (Профессиональное образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-91134-783-3.-[Электронный ресурс] Сайт ЭБС Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?item=bookinfo&book=553180> - своуюодный.
3. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы/ Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Изд.: 'Лань' ISBN: 978-5-8114-0368-4, - 2009, 9-е изд. 480 с. [Электронный ресурс] Сайт ЭБС 'Лань'.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/300/> - свободный.
4. Глинченко А.С. Исследование параметров и характеристик полупроводниковых приборов с применением интернет-технологий: учеб. пособие. / Глинченко А.С., Егоров Н.М., Комаров В.А., Сарафанов А.В. - Изд.: 'ДМК Пресс', ISBN: 5-94074-416-8, - 2010, 352 с. [Электронный ресурс] Сайт ЭБС 'Лань'.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/874/> - свободный.  
ЭБС  
'Лань'
5. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. Изд.: 'Физматлит' ISBN: 978-5-9221-0995-6 2008, - 488 с. [Электронный ресурс] Сайт ЭБС 'Лань'.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2244/> - свободный.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 768 с.: ил. 35



2. Тугов Н.М., Глебов Б.А., Чарыков Н.А. Полупроводниковые приборы. М.: Энергоиздат, 1990. - 576 с.: ил. 66
3. 4. Бирюков С.А. Практическая радиоэлектроника/ Бирюков С.А. Васильев В.А. Виноградов Ю.А. Дьяков А.В. Жомов Ю.В., Никитин В.А. - Изд.: 'ДМК Пресс', 5-89818-055-9 ISBN: 2007, - 288 с. [Электронный ресурс] Сайт ЭБС 'Лань'. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/826/> - свободный.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru/>  
Популярно о радиоэлектронике. - <http://www.radiokot.ru>  
РадиоЛоцман - <http://www.rlocman.ru>  
Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>  
Сайт учебных пособий кафедры радиофизики - <http://student.istamendil.info>  
ЭБС БиблиоРоссика - <http://bibliorossica.com/>  
ЭБС Знаниум - <http://www.znanium.com/>  
ЭБС ЛАНЬ - <http://e.lanbook.com/>  
Электроника для всех - <http://www.easyelectronics.ru>

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

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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.

Компьютеры и лабораторные установки лаборатории по радиофизике, электронике и электротехнике 1205. Мультимедийные аудитории 305, 307. Компьютерные классы 1107, 909 Института физики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Тюрин В.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.