

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Тюрин В.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике) Б3.В.4

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электроника, микро- и нанoeлектроника

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Бойко Б.П. , 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 Института физики:

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

Регистрационный No 6106017

Казань

2017

## 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) Бойко Б.П. ; 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) БЗ.В.4 "РАДИОФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА (спец. практикум по радиофизике)" является приобретение теоретических знаний, навыков работы с радиоизмерительной аппаратурой, навыков проведения эксперимента и обработки экспериментальных данных в основных областях радиофизики и радио-электроники, которые необходимы для успешного продолжения образования по вы-бранному профилю.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " БЗ.В.4 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к вариативной части. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Дисциплина БЗ.В.4 "РАДИОФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА (спец. практикум по радиофизике)" входит в базовую часть профессионального цикла БЗ бакалавров по на-правлению 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 бака-лавров по направлению 011800.62 Радиофизика: Б2.Б.3 "Электричество и магнетизм", Б2.Б.6 "Математический анализ", Б2.Б10 "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 БЗ.Б.11 Основы радиоэлектроники, БЗ.В.6 ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (практикум), БЗ.Б.6 -Основы теории колебаний, БЗ.Б12 - Физическая электроника, БЗ.Б13 - Полупроводниковая электроника.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
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-2 (профессиональные компетенции)	способность применять на практике базовые профессиональные навыки

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные положения в области теории спектров сигналов, активных и пассивных фильтров, задерживающих цепей, усилительных и генераторных устройств, теории колебаний и синхронизации, 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 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, методами учета и минимизации ошибок эксперимента.

4. должен продемонстрировать 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 оборудования,
- к работе с современными образовательными и информационными технологиями.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 5 семестре; зачет в 6 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. СИГНАЛЫ. 2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА.	5	4,5,6	0	0	12	
1.	Тема 1. СИГНАЛЫ. 1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ.	5	1,2,3	0	0	14	
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 5). ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ	5	14,15	0	0	12	
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.	5	10,11,12,1	0	0	12	
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ.	5	7,8,9	0	0	12	
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.	5	16,17,18	0	0	12	
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.	6	19,20	0	0	10	
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.	6	21,22,23	0	0	10	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР.	6	30,31,32	0	0	10	
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 10). Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.	6	26,27	0	0	10	
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 11). Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ.	6	28,29	0	0	10	
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 9). Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР.	6	24,25	0	0	10	
5.	Тема 5. ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. 13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ	6	33,34	0	0	8	
6.	Тема 6. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ. 14). Лабораторная работа АНТЕННЫ.	6	35,36	0	0	6	
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Зачет

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 . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	148	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. СИГНАЛЫ. 1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ.**

###### **лабораторная работа (14 часа(ов)):**

1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ. Спектр сигнала. Дискретный (линейчатый) спектр. Спектр периодического сигнала. Спектры сигналов на входе и выходе линейной цепи. Аппаратурные методы анализа спектра сигнала.

##### **Тема 1. СИГНАЛЫ. 2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА.**

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

2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА. Обобщенный спектр сигнала. Дискретизация и восстановление аналогового сигнала на основе теоремы Котельникова. Анализ причин появления ошибок при восстановлении аналогового сигнала. Экспериментальная оценка ошибки восстановления.

##### **Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ.**

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

3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ. Четырехполюсники. Системы параметров. Вторичные пара-метры четырехполюсника. Цепочечные LC-фильтры как четырехполюсники. Многосвязный фильтр нижних частот (ФНЧ) как модель отрезка длиной линии. Измерение характеристических параметров ФНЧ.

##### **Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.**

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

. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ. Элементы синтеза фильтра с заданной частотной характеристикой. Фильтры Баттерворта, Чебышева, Бесселя. Расчет и выбор элементов реализуемых фильтров.

##### **Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 5). ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ**

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

й линии как функциональный узел задержки сигнала во времени. Процессы в линии при вариации нагрузки и внутреннего сопротивления источника. Экспериментальное исследование задержки прямоугольного импульса искусственной линией. Формирование прямо-угольного импульса отрезком длиной линии. Экспериментальная проверка с помощью линии задержки.

##### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.**

###### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ. Понятие о симметричном и синфазном сигналах. По-давление синфазного сигнала в дифференциальном усилителе.

##### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.**

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



. Принцип работы электронного усилителя. Базовые схемы усилителей на биполярном и полевом транзисторах, на радио-лампе. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ. Типы обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи на характеристики линейного усилителя. Стабилизирующее действие отрицательной обратной связи.

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.**

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ. Причины уменьшения коэффициента усиления на низких и высоких частотах. Коррекция частотных характеристик. Частотные и временные характеристики, их взаимосвязь.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 11).**

**Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ.**

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

11). Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ. Анализ режимов работы ФАПЧ на базе метода фазовой плоскости. Экспериментальная проверка выводов теории.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 10).**

**Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.**

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

ЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ. Фазовый портрет автоколебаний. Переход от гармонических колебаний к релаксационным в LC-генераторе с отрицательным сопротивлением. Построение фазового портрета установления автоколебаний с использованием эмпирической вольт-амперной характеристики диода.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 9).**

**Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР.**

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

9). Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР. Автоколебания. Мягкое и жёсткое самовозбуждение автоколебательной системы. Исследование транзисторного LC-генератора методом средней крутизны. Измерение средней крутизны.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 12).**

**Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР.**

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР. Свободные и вынужденные колебания в линейных и нелинейных радиоцепях. Резонансные явления. Принудительная синхронизация (захватывание) LC-генератора гармонических колебаний. Экспериментальная проверка выводов теории, использующей метод медленно меняющихся амплитуд.

### **Тема 5. ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. 13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ**

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

13). Лабораторная работа СИНХРО-НИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ. Устанавливаются требования к элементам идеального ГЛИН.

Однопереходный транзистор как управляемый ключ. Принудительная синхронизация ГЛИН. Области синхронизации при синхронизации сигналами различной формы. Явление самоэкранирования. Экспериментальное определение областей синхронизации при различных формах

### **Тема 6. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ. 14). Лабораторная работа АНТЕННЫ.**

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Изучаются основные положения теории рупорных антенн сантиметрового диапазона, их первичные и вторичные параметры, технические характеристики. Экспериментальное исследование характеристики, калибровка детектора СВЧ колебаний и диаграмм направленности антенн.



### 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. СИГНАЛЫ. 1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ.	5	1,2,3	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	10	Отчет
1.	Тема 1. СИГНАЛЫ. 2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА.	5	4,5,6	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	8	Отчет
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ.	5	7,8,9	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	8	Отчет
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.	5	10,11,12,1	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	10	Отчет
2.	Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 5). ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ	5	14,15	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	8	Отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.	6	19,20	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	8	Отчет
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.	5	16,17,18	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	10	Отчет
3.	Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.	6	21,22,23	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	6	Отчет
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 11). Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ.	6	28,29	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка э	6	Отчет
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 10). Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.	6	26,27	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка э	6	Отчет
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 9). Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР.	6	24,25	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка э	6	Отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР.	6	30,31,32	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка экс	6	Отчет
5.	Тема 5. ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. 13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ	6	33,34	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка э	6	Отчет
6.	Тема 6. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ. 14). Лабораторная работа АНТЕННЫ.	6	35,36	Изучение теории, знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, выполнение эксперимента. Обработка э	6	Отчет
	Итого				104	

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

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

Используется образовательная технология, позволяющая реализовать следующий алгоритм лабораторных занятий.

1. Самостоятельное изучение теории по теме лабораторной работы. Используются кафедральные учебно-методические пособия, учебники и ЭБС.
2. Сдача теории - беседа с преподавателем по теме данной лабораторной работы.
3. Знакомство с радиоизмерительной аппаратурой, используемой в данной лабораторной работе, беседа с преподавателем.
4. Выполнение эксперимента. Изучение методики измерений и их проведение.
5. Обработка экспериментальных данных и их анализ. Соотнесение полученных результатов с выводами теории.
6. Оформление отчета.
7. Защита отчета по данной лабораторной работе.

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

#### Тема 1. СИГНАЛЫ. 2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА.

Отчет , примерные вопросы:

2). Лабораторная работа ТЕОРЕМА КОТЕЛЬНИКОВА. Что такое дискретный сигнал? Обобщенный спектр сигнала. Дискретизация и восстановление аналогового сигнала на основе теоремы Котельникова. В чем причины появления ошибок при восстановлении аналогового сигнала. Как проводится экспериментальная оценка ошибки восстановления.

### **Тема 1. СИГНАЛЫ. 1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ.**

Отчет, примерные вопросы:

1). Лабораторная работа АМПЛИТУДНЫЕ СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ. Что такое спектр сигнала? Чем характерен спектр периодического сигнала? Как связаны спектры сигналов на входе и выходе линейной цепи? Привести пример аппаратурных методов анализа спектра сигнала.

### **Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 5). ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ**

Отчет, примерные вопросы:

5). Лабораторная работа ЛИНИЯ ЗАДЕРЖКИ. Отрезок длинной линии как функциональный узел задержки сигнала во времени. Процессы в линии при вариации нагрузки и внутреннего сопротивления источника. Экспериментальное исследование задержки прямоугольного импульса искусственной линией. Формирование прямо-угольного импульса отрезком длинной линии. Экспериментальная проверка с помощью линии задержки.

### **Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.**

Отчет, примерные вопросы:

4). Лабораторная работа АКТИВНЫЕ ФИЛЬТРЫ. Элементы синтеза фильтра с заданной частотной характеристикой. Фильтры Баттерворта, Чебышева, Бесселя. Расчет и выбор элементов реализуемых фильтров.

### **Тема 2. ЛИНЕЙНЫЕ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ. 3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ.**

Отчет, примерные вопросы:

3). Лабораторная работа ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ. Четырехполюсники. Системы параметров. Вторичные параметры четырехполюсника. Цепочечные LC-фильтры как четырехполюсники. Многосвязный фильтр нижних частот (ФНЧ) как модель отрезка длинной линии. Измерение характеристических параметров

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 7). Лабораторная работа ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.**

Отчет, примерные вопросы:

Охарактеризовать дифференциальный усилитель как устройство с двумя входами и тремя выходами. Ввести понятия о симметричного и синфазного сигналов. Почему коэффициент усиления дифференциального сигнала больше, чем коэффициент усиления синфазного сигнала? Почему входное сопротивление для дифференциального сигнала меньше, чем для синфазного сигнала? Подавление синфазного сигнала в дифференциальном усилителе.

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ.**

Отчет, примерные вопросы:

В чем заключается принцип работы электронного усилителя. Базовые схемы усилителей на биполярном и полевом транзисторах, на радио-лампе. 6). Лабораторная работа ОБРАТНЫЕ СВЯЗИ В УСИЛИТЕЛЯХ. Типы обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи на характеристики линейного усилителя. Стабилизирующее действие отрицательной обратной связи.

### **Тема 3. УСИЛИТЕЛИ. 8). Лабораторная работа ШИРОКО-ПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ.**

Отчет, примерные вопросы:

В чем причины уменьшения коэффициента усиления на низких и высоких частотах. Как осуществляется коррекция частотных характеристик. Частотные и временные характеристики, их взаимосвязь.

### **Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР.**

Отчет, примерные вопросы:

12). Лабораторная работа РЕГЕНЕРИРОВАННЫЙ КОНТУР. Свободные и вынужденные колебания в линейных и нелинейных радиоцепях. Резонансные явления. Принудительная синхронизация (захватывание) LC-генератора гармонических колебаний. Экспериментальная проверка выводов теории, использующей метод медленно меняющихся амплитуд.

**Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 10).  
Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ.**

Отчет, примерные вопросы:

10). Лабораторная работа ГЕНЕРАТОР НА ДИОДЕ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ. Фазовый портрет автоколебаний. Переход от гармонических колебаний к релаксационным в LC-генераторе с отрицательным сопротивлением. Построение фазового портрета установления автоколебаний с использованием эмпирической вольт-амперной характеристики диода.

**Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 11).  
Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ.**

Отчет, примерные вопросы:

11). Лабораторная работа ФАЗОВАЯ АВТОПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ. Охарактеризовать ФАПЧ как замкнутую систему с отрицательной обратной связью. В чем суть анализа режимов работы ФАПЧ на базе метода фазовой плоскости? Почему в качестве дискриминатора ЧМ-сигнала используется фазовый детектор? В чем состоит принцип действия генератора, управляемого напряжением? Почему система с отрицательной обратной связью склонна к самовозбуждению?

**Тема 4. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВАХ. 9).  
Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР.**

Отчет, примерные вопросы:

9). Лабораторная работа LC-ГЕНЕРАТОР. Автоколебания. Мягкое и жесткое самовозбуждение автоколебательной системы. Исследование транзисторного LC-генератора методом средней крутизны. Измерение средней крутизны.

**Тема 5. ИМПУЛЬСНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. 13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ  
ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ**

Отчет, примерные вопросы:

13). Лабораторная работа СИНХРОНИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕЙНО-ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ НАПРЯЖЕНИЯ. Устанавливаются требования к элементам идеального ГЛИН. Однопереходный транзистор как управляемый ключ. Принудительная синхронизация ГЛИН. Области синхронизации при синхронизации сигналами различной формы. Явление самоэкранирования. Экспериментальное определение областей синхронизации при различных формах синхросигнала.

**Тема 6. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ. 14). Лабораторная  
работа АНТЕННЫ.**

Отчет, примерные вопросы:

14). Лабораторная работа АНТЕННЫ. Изучаются основные положения теории рупорных антенн сантиметрового диапазона, их первичные и вторичные пара-метры, технические характеристики. Экспериментальное исследование характеристики, калибровка детектора СВЧ колебаний и диаграмм направленности антенн.

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Программой дисциплины в рамках балльно-рейтинговой системы предусмотрены: текущий контроль - контроль хода выполнения лабораторных работ и итоговый контроль - зачет. Минимальное количество баллов в текущем контроле для допуска к зачету - 27,5. Максимальное количество баллов текущего контроля - 50. Количество работ в 5 семестре -5, в 6-ом семестре - 6 или 7 в зависимости от сложности. На итоговый контроль - зачет выделяется 50 баллов. Максимальная сумма баллов, которую может получить студент - 100. Оцениваются: сроки выполнения работы, качество подготовки теории, качество проведения эксперимента и обработки результатов, качество оформления отчета.

### 7.1. Основная литература:

1. Бойко Б.П. Основы радиоэлектроники. Часть 2. Теоретические основы анализа радицепей. Учебное пособие. [Текст] / Б.П. Бойко - Казань: Казанский университет, 2006. - 108 с.: ил. 89  
2. Харкевич А.А. Основы радиотехники [Текст] / А.А. Харкевич . -3-е изд. стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 512 с. 70  
3. Тюрин В.А., Бойко Б.П. Резисторный широкополосный усилитель на биполярном транзисторе. Учебно-методическое пособие., КФУ, 2011. ? 46 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

4. Тюрин В.А. Измерение частоты и интервалов времени. Учебно-методическое пособие. Казанский государственный университет. ? Казань, 2007, ? 30 с.. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

5. Бойко Б. П. , Курганов А. Р., Нугманов И. С. ,Сюняев Р. З. Цифровой спектральный анализ и оконные функции (методическая разработка к лабораторному практикуму). Казань 2012, 30 . [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

6. Бойко Б.П., Тюрин В.А. Генератор на диоде с отрицательным сопротивлением. Учебно-методическое пособие. ? Казань, 2004, ? 18 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

7. Тюрин В.А. Вольтметр универсальный В7-16: учебно-методическое пособие. Казанский государственный университет. ? Казань, 2006, ? 15 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Б.П.Бойко Электрические фильтры. Учебно-методическое пособие. Казань, КГУ, 1989.- 34 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

2. Б.П.Бойко Фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ). Учебно-методическое пособие. Казань , КГУ, 1993. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ



3. Тюрин В.А., Бойко Б.П. Активные фильтры. Часть 2. Учебно-методическое пособие к лабораторной работе для студентов третьего курса физического факультета. Казань, 2004, - 24 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://radiosys.ksu.ru>

ЭР

КФУ

### 7.3. Интернет-ресурсы:

КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru>

Популярно об электронике - <http://www.radiokot.ru>

Радиолоцман - <http://www.radiolocman.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://znanium.com/>

ЭБС ЛАНЬ - <http://e.lanbook.com/>

Электроника для всех - <http://www.easyelectronics.ru>

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

Освоение дисциплины "Радиофизика и электроника (спецпрактикум по радиофизике)" 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.

Источник питания APS-3205 трехканальный (2шт)

Вольтметр АК ИП-2403 в комплекте с детектором 3 ГГц и встроенным частотомером до 3,5 ГГц (2 шт)

Вольтметр АК ИП-2403 в комплекте со встроенным частотомером до 1,2 ГГц (4 шт)

Вольтметр универсальный GDM-78255A (4шт)

Генератор сигналов специальной формы АК ИП-3410/3 (4 шт)

Частотомер цифровой GFC-8010H (4 шт)

Макеты лабораторных работ, радиоизмерительное оборудование: Частотомер цифровой АСН-8321 (2шт)

Осциллограф ADS-2061M цифровой (10 шт)

Осциллограф ADS-2111M цифровой (6 шт)

Генератор сигналов специальной формы SFG-2110 (10шт)

Генератор сигналов произвольной формы с эффективной максимальной частотой (синус) 25 МГц AFG 72125 (4 шт)

Генератор сигналов произвольной формы с эффективной максимальной частотой (синус) 100 МГц AFG 3101 (1 шт)

Генератор 2х канальный, сигналов произвольной формы с эффективной максимальной частотой (синус) 10 МГц WaveStatin 2012 (1 шт)

Комплекс компьютерных специализированных лабораторий на базе платформы ELVIS (6 шт)

Осциллограф GDS-806 S (1 шт)

Вольтметр -8135 (2 шт)

Осциллограф ОСУ-20 (2 шт)

Генератор сигналов GFG 8215A (1 шт).

Компьютеры

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Электроника, микро- и нанoeлектроника .

Автор(ы):

Бойко Б.П. \_\_\_\_\_

Тюрин В.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.