

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**  
Основы радиоэлектроники Б1.В.ОД.9

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Технология проектирования аппаратно-программных информационных систем

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 Института физики:

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

Регистрационный No 652117

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

### 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ посвящена формированию у обучающихся систематизированных знаний, умений и навыков в области современной радиоэлектроники. Знакомит с физическими процессами, протекающими в радиоэлектронных цепях, а также с физическими свойствами, характеристиками и параметрами полупроводниковых диодов, транзисторов и интегральных схем и их применением в аналоговых, импульсных и цифровых радиоэлектронных устройствах.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 09.03.04 Программная инженерия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Дисциплина ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ относится к вариативной части программы бакалавриата, является обязательной для изучения. Осваивается на 1 курсе (2 семестр).

Для успешного освоения данной дисциплины необходимо прослушать курс Б1.Б.8 'Математический анализ'. Данная дисциплина предшествует дисциплине Б1.Б.14 'Электричество и магнетизм' и способствует ее успешному изучению.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	готовностью применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов
ПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью применять основные методы и инструменты разработки программного обеспечения
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владением концепциями и атрибутами качества программного обеспечения (надежности, безопасности, удобства использования), в том числе роли людей, процессов, методов, инструментов и технологий обеспечения качества
ПК-6 (профессиональные компетенции)	владением классическими концепциями и моделями менеджмента в управлении проектами

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- методы анализа электрических сигналов;
- физические свойства, характеристики и параметры полупроводниковых приборов;
- методы анализа и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей;
- принципы работы, основные параметры и характеристики усилительных устройств на транзисторах и операционных усилителях;

2. должен уметь:

- анализировать вид и спектральный состав различных периодических и непериодических сигналов;
- грамотно читать электрические схемы и пользоваться электронной аппаратурой;
- оценивать степень воздействия электронных цепей на параметры и спектр сигнала,
- рассчитывать электрические схемы простых усилительных каскадов на транзисторах и операционных усилителях;
- анализировать работу простейших логических и импульсных устройств.

3. должен владеть:

- методами решения задач, связанных с необходимостью применения радиоэлектронных средств и методов в своей практической деятельности
- навыками работы с простейшей измерительной аппаратурой
- навыками работы с учебной и научной литературой.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, в соответствии с видом (видами) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа бакалавриата, должен

быть готов решать следующие профессиональные задачи:

производственно-технологическая деятельность:

освоение и применение средств автоматизированного проектирования, разработки, тестирования и

сопровождения программного обеспечения;

освоение и применение методов и инструментальных средств управления инженерной деятельностью и процессами жизненного цикла программного обеспечения;

использование типовых методов для контроля, оценки и обеспечения качества программной продукции;

обеспечение соответствия разрабатываемого программного обеспечения и технической документации российским и международным стандартам, техническим условиям, ведомственным

нормативным документам и стандартам предприятия;

взаимодействие с заказчиком в процессе выполнения программного проекта;

участие в процессах разработки программного обеспечения;

участие в создании технической документации по результатам выполнения работ;

организационно-управленческая деятельность:

участие в составлении технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок

на материалы, оборудование, программное обеспечение) и установленной отчетности по утвержденным

формам;

планирование и организация собственной работы;

планирование и координация работ по настройке и сопровождению программного продукта;

организация работы малых коллективов исполнителей программного проекта;

участие в проведении технико-экономического обоснования программных проектов;

сервисно-эксплуатационная деятельность:

ввод в эксплуатацию программного обеспечения (инсталляция, настройка параметров, адаптация, администрирование);

профилактическое и корректирующее сопровождение программного продукта в процессе эксплуатации;

обучение и консультирование пользователей по работе с программной системой;

составление частного технического задания на разработку программного продукта;

научно-исследовательская деятельность:

участие в проведении научных исследований (экспериментов, наблюдений и количественных измерений), связанных с объектами профессиональной деятельности (программными продуктами, проектами, процессами, методами и инструментами программной инженерии), в соответствии с утвержденными заданиями и методиками;

построение моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств компьютерного моделирования;

составление описания проводимых исследований, подготовка данных для составления обзоров и отчетов;

аналитическая деятельность:

сбор и анализ требований заказчика к программному продукту;

формализация предметной области программного проекта по результатам технического задания и экспресс-обследования;

содействие заказчику в оценке и выборе вариантов программного обеспечения;

участие в составлении коммерческого предложения заказчику, подготовке презентации и согласовании пакета договорных документов;

проектная деятельность:

участие в проектировании компонентов программного продукта в объеме, достаточном для их конструирования в рамках поставленного задания;

создание компонент программного обеспечения (кодирование, отладка, модульное и интеграционное тестирование);

выполнение измерений и рефакторинг кода в соответствии с планом;

участие в интеграции компонент программного продукта;

разработка тестового окружения, создание тестовых сценариев;

разработка и оформление эскизной, технической и рабочей проектной документации;

педагогическая деятельность:

проведение обучения и аттестации пользователей программных систем;

участие в разработке методик обучения технического персонала и пособий по применению программных систем.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен 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. Сигналы. Временное и спектральное представления	4	1	1	0	2	
2.	Тема 2. Линейные цепи. Идеальные и реальные элементы цепи	4	1	1	0	2	
3.	Тема 3. Линейные цепи при гармоническом воз-действии.	4	2	1	0	2	
4.	Тема 4. Колебательные цепи при гармонических воздействиях.	4	2	1	0	2	
5.	Тема 5. Элементы общей теории четырёхполюсников.	4	3	2	0	2	
6.	Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами.	4	4	2	0	2	
7.	Тема 7. Полупроводники	4	5	1	0	4	
8.	Тема 8. Биполярный транзистор.	4	5	1	0	4	
9.	Тема 9. Полевые транзисторы.	4	6	2	0	4	

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. Усилительные устройства.	4	7	2	0	4	
11.	Тема 11. Генерация электрических колебаний.	4	8	2	0	4	
12.	Тема 12. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала.	4	9	2	0	4	
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Сигналы. Временное и спектральное представления

###### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Введение. Сигналы. Модель сигнала как функция времени. Классификация. Гармонический сигнал. Модель сигнала как функция частоты. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье. Непериодический сигнал. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность. Некоторые свойства преобразования Фурье. Спектры непериодических функций.

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

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 2. Линейные цепи. Идеальные и реальные элементы цепи

###### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Линейные цепи. Идеальные активные и пассивные элементы цепи. Реальные элементы цепи. Соединение элементов цепи. Принципиальная и эквивалентная схемы цепи, граф.

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Лабораторная работа ?ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ?. Исследуются процессы заряда и разряда конденсатора в идеальной RC цепи. Основные изучаемые положения. 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. Линейные цепи при гармоническом воздействии.

###### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Линейные цепи при гармоническом воздействии. Символическая форма представления гармонического колебания, комплексные амплитуды напряжения и тока. Законы Ома и Кирхгофа для комплексных амплитуд. Элементарные цепи переменного тока. Эквивалентные схемы генератора гармонических колебаний. Согласование генератора с нагрузкой.

###### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Лабораторная работа ?ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ?. Четырехполюсники. Системы параметров. Вторичные параметры четырёхполюсника. Цепочечные LC-фильтры как четырехполюсники. Многозвенный фильтр нижних частот (ФНЧ) как модель отрезка длиной линии. Измерение характеристик параметров ФНЧ.

#### **Тема 4. Колебательные цепи при гармонических воздействиях.**

##### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Колебательные цепи при гармонических воздействиях. Последовательный колебательный контур. Входные и передаточные функции последовательного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства последовательного колебательного контура. Параллельный колебательный контур. Входные и передаточные функции параллельного контура. Влияние внутреннего сопротивления генератора на избирательные свойства параллельного колебательного контура.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

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.

#### **Тема 5. Элементы общей теории четырехполюсников.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Элементы общей теории четырехполюсников. Основные уравнения теории четырехполюсников. Системы матричных коэффициентов, Матрицы сложных четырехполюсников. Применение общей теории четырехполюсников при расчете электрических цепей.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Лабораторная работа ?ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ?. Четырехполюсники. Системы параметров. Вторичные параметры четырёхполюсника. Цепочечные LC-фильтры как четырехполюсники. Многозвенный фильтр нижних частот (ФНЧ) как модель отрезка длиной линии. Измерение характеристик параметров ФНЧ.

#### **Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами. Основные понятия определения. Классический метод расчета переходных процессов. Временной метод, метод интеграла Дюамеля. Единичный импульс. Переходные характеристики цепей. Свободные колебания в контуре.

##### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Лабораторная работа ?ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕПИ?. Исследуются процессы заряда и разряда конденсатора в идеальной RC цепи. Основные изучаемые положения. Интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на конденсаторе при включении цепи на генератор э.д.с. E. Условие хорошего и плохого интегрирования. Реальная интегрирующая цепь. Закон изменения напряжения на резисторе при включении цепи на генератор э.д.с. E. Условие хорошего и плохого дифференцирования. Реальная дифференцирующая цепь.

#### **Тема 7. Полупроводники**

##### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Собственные и примесные полупроводники. Энергетические диаграммы полупроводников. Электронно-дырочный переход. Вольт-амперная характеристика. Параметры электронно-дырочного перехода. Контакт металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды. Основные типы диодов, их параметры и характеристики, применение.

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



Лабораторная работа ?ВЫПРЯМИТЕЛЬ?. Исследуется процесс преобразования переменного тока в постоянный. Основные изучаемые положения. Полупроводниковый диод - нелинейный элемент. Однополупериодный выпрямитель. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой и мостиковый выпрямитель. Резистивно-емкостная нагрузка. Сглаживающий фильтр. Умножители напряжения.

#### **Тема 8. Биполярный транзистор.**

##### ***лекционное занятие (1 часа(ов)):***

Биполярный транзистор. Устройство и принцип действия биполярного транзистора. Способы включения и режимы работы. ВАХ биполярного транзистора. Физическая эквивалентная схема и дифференциальные параметры биполярного транзистора.

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

Лабораторная работа Изучение биполярного транзистора.

#### **Тема 9. Полевые транзисторы.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Статические характеристики и параметры транзистора. МДП-транзисторы.

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

Лабораторная работа ?LC-ГЕНЕРАТОР?. Автоколебания. Мягкое и жёсткое самовозбуждение автоколебательной системы. Исследование транзисторного LC-генератора методом средней крутизны. Измерение средней крутизны. Лабораторная работа ?РЕЗОНАНСНЫЙ LC-УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРЕ?. Исследуется узкополосный усилитель на биполярном транзисторе. Влияние кол-лекторной 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 10. Усилительные устройства.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Усилительные устройства. Классификация усилителей. Параметры и характеристики усилителей, коэффициент усиления, частотные и нелинейные искажения, КПД, входное и выходное сопротивления, классы усиления, обеспечение выбора рабочей точки, шумы в усилителях. Классы усиления. Обратная связь и ее влияние на параметры усилителя. Операционный усилитель и функциональные устройства на его основе.

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

1. Лабораторная работа ?УСИЛИТЕЛЬ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ?. 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. Анализ характеристик усилителя в режиме малого сигнала.

#### **Тема 11. Генерация электрических колебаний.**

##### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Генерация электрических колебаний. Условие генерации, баланс фаз и амплитуд. Генераторы с использованием колебательного контура. RC-генераторы с цепочкой Вина и трехзвенной цепочкой. Мультивибратор.

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

1. Лабораторная работа RC-ГЕНЕРАТОР. 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 12. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала.**

##### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала. Умножение частоты. Преобразование частоты, комбинационные частоты. Модуляция, схемы амплитудной модуляции. Детектирование, схемы детектирования амплитудно-модулированных сигналов.

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

1. Лабораторная работа ?МУЛЬТИВИБРАТОР?. 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 отрицательно-го 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.

### **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. Временное и спектральное представления	4	1	Подготовка к лабораторной работе	2	Отчет
2.	Тема 2. Линейные цепи. Идеальные и реальные элементы цепи	4	1	Подготовка к лабораторной работе	2	Отчет
3.	Тема 3. Линейные цепи при гармоническом воздействии.	4	2	Подготовка к лабораторной работе	2	Отчет
4.	Тема 4. Колебательные цепи при гармонических воздействиях.	4	2	Подготовка к лабораторной работе	2	Отчет
5.	Тема 5. Элементы общей теории четырехполюсников.	4	3	Подготовка к лабораторной работе	2	Отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами.	4	4	Подготовка к лабораторной работе	2	Отчет
7.	Тема 7. Полупроводники	4	5	Подготовка к лабораторной работе	4	Отчет
8.	Тема 8. Биполярный транзистор.	4	5	Подготовка к лабораторной работе	4	Отчет
9.	Тема 9. Полевые транзисторы.	4	6	Подготовка к лабораторной работе	4	Отчет
10.	Тема 10. Усилительные устройства.	4	7	Подготовка к лабораторной работе	4	Отчет
11.	Тема 11. Генерация электрических колебаний.	4	8	Подготовка к лабораторной работе	4	Отчет
12.	Тема 12. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала.	4	9	Подготовка к лабораторной работе	4	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. Сигналы. Временное и спектральное представления

Отчет , примерные вопросы:

Понятие спектра сигнала. Три формы ряда Фурье. Связь энергетической и спектральной характеристик периодического сигнала (Равенство Парсеваля). Самостоятельная работа студентов. 1. Что называют спектром сигнала? 2. Каков физический смысл имеет равенство Парсеваля? Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов (ПППИ). Пре-дельный переход к спектру одиночного прямоугольного импульса. Спектральная плотность. Прямое и обратное преобразования Фурье. Самостоятельная работа студентов. 1. По каким параметрам ПППИ можно судить об особенностях ее спектра? 2. Какие изменения происходят с амплитудным спектром ПППИ при устремлении периода следования импульсов к бесконечности? 3. Каков физический смысл спектральной плотности? . Свойства преобразования Фурье. Ширина спектра сигнала. Связь спектров входного и выходного сигналов линейной цепи. Иллюстрация на примерах интегрирующей и дифференцирующей цепей. Самостоятельная работа студентов. 1. Линейно ли преобразование Фурье? 2. Каков физический смысл равенства Релея? 3. Что такое база сигнала? Какой основной вывод следует из этого понятия? 4. В чем практическая значимость понятия ширины спектра сигнала? 5. Каковы критерии определения верхней граничной частоты спектра? 6. Как дифференцирующая и интегрирующая цепи меняют спектр и форму проходящего по ним сигнала?

## **Тема 2. Линейные цепи. Идеальные и реальные элементы цепи**

Отчет , примерные вопросы:

3. Лабораторная работа ?ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕ-ПИ?. 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. Линейные цепи при гармоническом воздействии.**

Отчет , примерные вопросы:

Параллельный колебательный контур. Основные соотношения. Параллельный колебательный контур как двухполюсник. Частотные характеристики. Резонанс токов. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность параллельного колебательного контура.

## **Тема 4. Колебательные цепи при гармонических воздействиях.**

Отчет , примерные вопросы:

Что такое Последовательный колебательный контур? Основные соотношения. Последовательный колебательный контур как двухполюсник. Комплексный коэффициент передачи. Частотные характеристики. Резонанс напряжений. Влияние внутреннего сопротивления генератора и сопротивления нагрузки на добротность последовательного колебательного контура.

## **Тема 5. Элементы общей теории четырехполюсников.**

Отчет, примерные вопросы:

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

## **Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами.**

Отчет, примерные вопросы:

3. Лабораторная работа ?ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЕ И ИНТЕГРИРУЮЩИЕ ЦЕ-ПИ?. 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 7. Полупроводники**

Отчет, примерные вопросы:

Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход, его вольт-амперная характеристика. Самостоятельная работа студентов. 1. Почему ряд веществ, например, Ge, Si, AsGa и др. получили название полупроводников? [9]стр. 23 ? 33. 2. Почему проводимость металлов с ростом температуры уменьшается, а проводимость собственных полупроводников ? увеличивается? [9]стр. 23 ? 33. 3. Что понимают под подвижностью носителей заряда в полупроводнике? 4. Почему подвижность электрона больше подвижности дырки? 5. Как записывается проводимость собственного полупроводника? 6. В чем состоит механизм формирования нужного типа проводимости в полупроводнике? [8]стр. 81 ? 86, [9]стр. 53 ? 65. 7. Каково приблизительно должно быть соотношение концентраций примеси и собственных носителей заряда для получения устойчивой проводимости нужного типа? 8. Что такое объемный заряд, и каков механизм его образования в электронно-дырочном переходе? [9]стр. 53 ? 65. 9. Почему прямой ток через электронно-дырочный переход во много раз превышает обратный ток? 10. Почему прямой ток называют диффузионным, а обратный ток ? дрейфовым? 11. Как записывается уравнение Шокли? 12. Что такое ?несимметричный? переход?

### **Тема 8. Биполярный транзистор.**

Отчет, примерные вопросы:

Биполярный транзистор: устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы Самостоятельная работа студентов. 1. Почему электронно-дырочный переход обладает емкостью и каков механизм ее образования? 2. Почему стабилизация напряжения на обратной ветви вольт-амперной характеристики стабилитрона возможна, а выпрямительного диода ? нет? 3. Почему прямая и обратная проводимости туннельного диода одинаковы? [9]стр. 53 ? 108. 4. Почему два встречно включенных диода не обладают свойствами транзистора? [8] стр. 91 ? 127. [9] стр. 115 ? 199. 5. Почему в линейном режиме работы коллекторный ток транзистора не равен нулю, несмотря на то, что переход база-коллектор смещен в обратном направлении? 6. Почему ВАХ транзистора, включенного по схеме с общей базой, отличаются от ВАХ транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером? 7. Биполярный транзистор образован симметричными или несимметричными р-п переходами? 8. Каково принципиальное отличие формальной и физической эквивалентных схем транзистора?

### **Тема 9. Полевые транзисторы.**

Отчет, примерные вопросы:

Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Структура, принцип действия, вольт-амперные характеристики, эквивалентные схемы. Применение. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Структура транзисторов со встроенным и изолированным затворами. Самостоятельная работа студентов. 1. Как особенности структуры полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и изолированным затвором влияют на их свойства? 2. Почему выходные ВАХ полевых транзисторов с управляющим р-п переходом имеют участок, практически параллельный оси ?х?? 3. Какие свойства полевых транзисторов обусловили особенности их применения?

### **Тема 10. Усилительные устройства.**

Отчет, примерные вопросы:

Основные определения и характеристики. Принцип усиления. Классы усиления. Усилительный RC-каскад. Шумы в радиоцепях. Самостоятельная работа студентов. 1. Что такое электронный усилитель? 2. Какую роль играет усилительный элемент в усилителе? 3. Что называют классом усиления? 4. Какими элементами и параметрами схемы определяется АЧХ RC-усилителя в области нижних, средних и верхних частот? 5. В чем физическая причина шума в пассивных цепях и в усилительных элементах? 6. Как влияют шумы на чувствительность усилителя?

### **Тема 11. Генерация электрических колебаний.**

Отчет, примерные вопросы:

Основные определения. Понятие автоколебательной системы, условия баланса фаз и баланса амплитуд. Генераторы синусоидальных колебаний: RC-генераторы. Самостоятельная работа студентов. 1. Каков физический смысл условия баланса фаз и условия баланса амплитуд? 2. Почему возможна генерация синусоидального колебания в устройстве, не имеющем избирательной системы? 3. В чем принципиальное отличие RC-генераторов с мостом Вина и с фазосдвигающей цепью?

## **Тема 12. Нелинейные элементы, преобразование спектра гармонического сигнала.**

Отчет, примерные вопросы:

Преобразователь частоты. Умножитель частоты. Амплитудный, частотный и фазовый модуляторы. Самостоятельная работа студентов. 1. Какая математическая операция лежит в основе преобразования частоты? 2. Лежит ли математическая операция умножения в основе принципа действия умножителя частоты? 3. Является ли емкостной умножитель частоты параметрической системой? 4. На какой параметр усилительного каскада следует воздействовать для получения амплитудной модуляции? 5. На какой параметр LC-генератора следует воздействовать для получения частотной модуляции?

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

### **БИЛЕТ ♦ 1**

1. Гармонический сигнал. Формы записи. Линейные преобразования гармонического сигнала.
2. Простые RL и RC-двухполюсники. Их АЧХ, ФЧХ.
3. Баланс фаз и баланс амплитуд в RC генераторе.

### **БИЛЕТ ♦ 2**

1. Идеальный одиночный прямоугольный импульс и периодическая последовательность прямоугольных импульсов. Энергетический уровень этих сигналов.
2. Нелинейный четырехполюсник при гармоническом воздействии.
3. Усилительный каскад с ОЭ. Классы усиления.

### **БИЛЕТ ♦ 3**

1. Нелинейный двухполюсник при гармоническом воздействии. Динамическая вольт-амперная характеристика.
2. Метод комплексных амплитуд. Условия применения. Понятие комплексного сопротивления и комплексной мощности.
3. Усилитель, определение. Свойства, характеристики.

### **БИЛЕТ ♦ 4**

1. Модулированные сигналы.
2. Последовательный колебательный контур. Характеристики, применение.
3. Усилитель. Принцип усиления.

### **БИЛЕТ ♦ 5**

1. Формальная теория четырехполюсников. Первичные параметры.
2. Активные двухполюсники. Теоремы об эквивалентных генераторах тока и напряжения. Согласование генератора с нагрузкой.
3. RC-генератор синусоидальных колебаний.

### **БИЛЕТ ♦ 6**

1. Пассивный линейный двухполюсник при гармоническом воздействии. Комплексный коэффициент передачи.
2. Четырехполюсник при гармоническом воздействии, комплексные коэффициенты передачи. Дифференцирующая и интегрирующая цепи как четырехполюсники. Их АЧХ, ФЧХ.
3. Биполярный транзистор, вольт-амперные характеристики. Свойства, применение.

### **БИЛЕТ ♦ 7**

1. Классификация радиочепей. Идеальные и реальные элементы цепи. Соединение элементов. Основные законы токопрохождения.
2. Последовательный колебательный контур.
3. Переходная характеристика интегрирующей цепи..

БИЛЕТ ♦ 8

1. Длинная линия без потерь. Телеграфные уравнения. Волновое уравнение.
2. RC и RL-двухполюсники. Их АЧХ и ФЧХ.
3. Нелинейный двухполюсник при гармоническом воздействии.

БИЛЕТ ♦ 9

1. Модулированные сигналы. Амплитудная, фазовая, частотная модуляция.
2. Четырехполюсник при гармоническом воздействии, комплексные коэффициенты передачи. Связанные контуры как четырехполюсник.
3. Динамическая вольт-амперная характеристика нелинейного двухполюсника.

БИЛЕТ ♦ 10

1. Параллельный колебательный контур. Его характеристики и применение.
2. Нелинейный четырехполюсник, динамический режим работы. Нелинейные искажения.
3. Биполярный транзистор. Принцип действия. Вольт-амперные характеристики с ОБ.

БИЛЕТ ♦ 11

1. Гармонический сигнал. Формы записи.
2. Последовательный колебательный контур как четырехполюсник.
3. Однополупериодный выпрямитель. Коэффициент выпрямления. Коэффициент пульсаций. Работа на резистивно-емкостную нагрузку.

БИЛЕТ ♦ 12

1. Теоремы об эквивалентных генераторах. Согласование генератора с нагрузкой.
2. Первичные и вторичные параметры четырехполюсника. Уравнения четырехполюсника в гиперболических функциях.
3. Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой.

БИЛЕТ ♦ 13

1. Гармонический сигнал. Линейные преобразования гармонических сигналов
2. Идеальные элементы цепи как двухполюсники. Их АЧХ и ФЧХ. Простой LC двухполюсник.
3. Сглаживающие фильтры.

БИЛЕТ ♦ 14

1. Модулированные сигналы.
2. Условие прозрачности фильтра. Фильтр нижних частот, его характеристики.
3. Идеальная длинная линия без потерь. Волновое уравнение.

БИЛЕТ ♦ 15

1. Гармонический сигнал. Формы его представления. Линейные операции над гармоническим сигналом.
2. Параллельный колебательный контур.
3. Нелинейный четырехполюсник при гармоническом воздействии.

БИЛЕТ ♦ 16

1. Модулированные сигналы.
2. Связанные контуры.
3. Нелинейный двухполюсник при гармоническом воздействии. Динамическая ВАХ.

БИЛЕТ ♦ 17

1. Идеальные и реальные элементы линейной цепи. Соединение элементов. Основные законы токопрохождения.
2. Четырехполюсник при гармоническом воздействии. Частотно-компенсированный делитель.

3. Режимы работы длинной линии.

БИЛЕТ ♦ 18

1. Схема цепи.
2. Длинная линия. Параметры длинной линии. Телеграфные уравнения.
3. Вторичные параметры четырехполюсника. Уравнения четырехполюсника в гипер-болических функциях.

БИЛЕТ ♦ 19

1. Одинокный прямоугольный импульс и периодическая последовательность прямо-угольных импульсов. Энергетические характеристики.
2. Сложные LC- двухполюсники.
3. Согласованный отрезок длинной линии как четырехполюсник при гармоническом воздействии.

БИЛЕТ ♦ 20

1. Гармонический сигнал. Энергетические характеристики. Линейные преобразования гармонических сигналов.
2. Длинная линия при гармоническом воздействии. Волновое уравнение.
3. Нелинейный двухполюсник при гармоническом воздействии. Динамическая ВАХ.

БИЛЕТ ♦ 21

1. Комплексное сопротивление. Понятие комплексной мощности.
2. Простые RL и RC- двухполюсники. Их АЧХ и ФЧХ.
3. Режимы работы длинной линии.

БИЛЕТ ♦ 22

1. Соединения элементов цепи. Основные законы токопрохождения. Схема цепи.
2. Нелинейный двухполюсник при гармоническом воздействии.
3. Длинная линия без потерь. Телеграфные уравнения.

БИЛЕТ ♦ 23

1. Линейный двухполюсник при гармоническом воздействии. Комплексный коэффициент передачи.
2. Нелинейный четырехполюсник при гармоническом воздействии. Динамический режим работы.
3. Резонансные явления в отрезке длинной линии.

БИЛЕТ ♦ 24

1. Одинокный прямоугольный импульс и периодическая последовательность прямо-угольных импульсов. Энергетические характеристики.
2. Режимы работы длинной линии.
3. Параллельный колебательный контур. Влияние сопротивления генератора и нагрузки на его добротность.

БИЛЕТ ♦ 25

1. Модулированные сигналы.
2. Сложный LC- двухполюсник.
3. Волновое сопротивление длинной линии. Коэффициент отражения от нагрузки .

БИЛЕТ ♦ 26

1. Комплексные коэффициенты передачи линейной цепи. Неискажающая и реальная цепи.
2. Соединение элементов цепи. Основные законы токопрохождения.
3. Интегрирующая и дифференцирующая цепи как четырехполюсники.

БИЛЕТ ♦ 27

1. Гармонический сигнал. Формы представления. Линейные преобразования гармонических сигналов.
2. Нелинейный четырехполюсник при гармоническом воздействии.



3. Параллельный колебательный контур. Влияние сопротивления генератора и нагрузки на частотную характеристику.

БИЛЕТ ♦ 28

1. Понятие радиотехнической цепи. Классификация. Идеальные и реальные элементы цепи.
2. Выпрямительный диод. Вольт-амперные характеристики. Свойства, применение.
3. Последовательный колебательный контур. Влияние сопротивления генератора и нагрузки на его добротность.

БИЛЕТ ♦ 29

1. Идеальный одиночный импульс и периодическая последовательность прямоугольных импульсов. Энергетические характеристики.
2. Линейный четырехполюсник при гармоническом воздействии. Интегрирующая цепь как четырехполюсник.
3. Биполярный транзистор. Структура, принцип действия, характеристики.

БИЛЕТ ♦ 30

1. Комплексный коэффициент передачи двухполюсника. Идеальные элементы цепи как двухполюсники.
2. Нелинейный четырехполюсник. Динамический режим работы.
3. Полупроводниковый диод. Вольт-амперные характеристики. Свойства, применение.

### 7.1. Основная литература:

1. Каганов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы : компьютеризированный курс : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 'Радиотехника' / В. И. Каганов .? 2-е изд., перераб. и доп. ? Москва : ФОРУМ : [ИНФРА-М], 2013 .? 431 с. : ил. ; 25 .? (Высшее образование, Бакалавриат) .? Библиогр.: с. 423-426 (81 назв.). - 12 экз.
2. Манаев, Е. И. Основы радиоэлектроники / Е. И. Манаев .? Изд. 4-е .? Москва : URSS : [ЛИБРОКОМ], 2013 .? 511, [1] с. : ил. ; 22 .? На 4-й с. обл. авт.: Е.И. Манаев д.т.н., проф. ? Библиогр.: с. 498-500 (67 назв.) .? Предм. указ.: с. 502-507 .? ISBN 978-5-397-03192-9 ((в обл.) . - 22 экз.
3. Никулин В.И. Теория электрических цепей: Учебное пособие / В.И. Никулин. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 240 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01179-9, 1000 экз.[Электронный ресурс] Сайт ЭБС Знаниум. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=363299> - свободный.
4. Арсеньев Г.Н. Бондаренко В.Н. Чепурнов И.А. 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.: ил.; 70x100 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0466-4, 500 экз. [Электронный ресурс] Сайт ЭБС Знаниум. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=224548> - свободный.
5. 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.
6. 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.
7. 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. 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.
2. Орлова, М.Н. Схемотехника : курс лекций. [Электронный ресурс] / М.Н. Орлова, И.В. Борзых. ? Электрон. дан. ? М. : МИСИС, 2016. ? 83 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93603> ? Загл. с экрана.
3. Диденко, С.И. Физические основы электроники : полевые приборы : лабораторный практикум. [Электронный ресурс] / С.И. Диденко, В.П. Астахов, Ф.М. Барышников, И.В. Борзых. ? Электрон. дан. ? М. : МИСИС, 2016. ? 56 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93629> ? Загл. с экрана.
4. Бишоп, О. Электронные схемы и системы. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : ДМК Пресс, 2016. ? 576 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93262> ? Загл. с экрана.
5. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники. [Электронный ресурс] / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2013. ? 560 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5856> ? Загл. с экрана.
6. Комиссаров Ю. А. Бабокин Г. И. Общая электротехника и электроника: учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин. - 2-е изд. ? [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 480 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010416-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=487480> ? Загл. с экрана.
7. Марченко А. Л. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опачий - [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009061-0. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=420583> ? Загл. с экрана.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Сайт кафедры радиофизики - <http://radiosys.ksu.ru>  
ЭБС Библиороссика - <http://www.bibliorossica.ru>  
ЭБС Знаниум - <http://znanium.com/>  
ЭБС КнигаФонд - <http://www.knigafund.ru/>  
ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>

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

Освоение дисциплины "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.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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 ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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 ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки Технология проектирования аппаратно-программных информационных систем .

Автор(ы):

Тюрин В.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.