

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. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Основы радиоэлектроники (практикум) Б3.В.6

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тюрин В.А.

**Рецензент(ы):**

Бойко Б.П.

**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

Казань  
2015

## 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 " Б3.В.6 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к вариативной части. 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-12 (общекультурные компетенции)	- способность овладеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией;
ОК-3 (общекультурные компетенции)	- способность приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
ОК-6 (общекультурные компетенции)	- способность добиваться намеченной цели;

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 оборудованию,
- к работе с современными образовательными и информационными технологиями.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 4 семестре.

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

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

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

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

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ.	4	10, 11	8	4	8	домашнее задание
2.	Тема 2. ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ПРИБОРЫ.	4	12	2	1	1	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.	4	13,14	10	5	5	письменная работа
4.	Тема 4. УСИЛИТЕЛИ.	4	15,16,17	8	2	18	домашнее задание
5.	Тема 5. ГЕНЕРАТОРЫ.	4	17,18	4	2	18	домашнее задание
6.	Тема 6. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ.	4	18	4	2	2	письменная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
	Итого			36	16	52	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ.

#### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Понятие спектра сигнала. Ряд Фурье, три формы записи. Связь энергетической и спектральной характеристик сигналов. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов. Спектр одиночного прямоугольного импульса. Спектральная плотность сигнала. Прямое и обратное преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Связь спектров входного и выходного сигналов линейной цепи. Спектры модулированных сигналов. Преобразование спектра при демодуляции (детектировании). Преобразование частоты. Частотный метод разделения сигналов. Приемник прямого усиления и супергетеродинный приемник. Понятие ширины спектра сигнала. Связь спектров входного и выходного сигналов линейной цепи

#### **практическое занятие (4 часа(ов)):**

Получить выражения для дискретного спектра периодического сигнала заданной формы. Построить спектральные диаграммы для амплитудного и фазового спектров. Непрерывный спектр сигнала. Расчет функции спектральной плотности для импульса заданной формы. Графики амплитудного и фазового спектров.

#### **лабораторная работа (8 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. ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ПРИБОРЫ.

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

Термоэлектронная эмиссия. Приемно-усилительные лампы. Электронно-лучевая трубка.

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

Расчет режима по постоянному току усилительного каскада с общим катодом (электривакуумный триод).

#### **лабораторная работа (1 часа(ов)):**

Лабораторные работы: Отрицательные обратные связи. Выпрямитель.

### Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.

#### **лекционное занятие (10 часа(ов)):**

Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход, его вольт-амперная характеристика. Основные типы диодов, их свойства и применение. Биполярный транзистор (устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы). Полевой транзистор (устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы). Переключающие приборы: динистор, тринистор, однопереходный транзистор. Их характеристики, свойства, применение. Интегральные схемы. Базовый элемент ТТЛ ? логики.

**практическое занятие (5 часа(ов)):**

Графическое определение рабочей точки при заданных входной и выходной характеристиках полевого и биполярного транзисторов и известной нагрузке.

**лабораторная работа (5 часа(ов)):**

Лабораторные работы: УНЧ, LC-усилитель, RC-генератор, Мультивибратор, Триггер. Транзисторные ключи, Триггер.

**Тема 4. УСИЛИТЕЛИ.**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Основные определения и характеристики. Шумы в радиоцепях. Принцип усиления. Классы усиления. Усилительный RC-каскад. Отрицательные обратные связи в усилителях. Усилители мощности. Коррекция частотных и переходных характеристик. Резонансный усилительный каскад. Магистральные усилители. Дифференциальный усилитель. Решающий усилитель. Активные фильтры.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Усилитель на биполярном транзисторе с RL или RC нагрузкой. Построение динамической нагрузочной прямой.

**лабораторная работа (18 часа(ов)):**

Принцип работы электронного усилителя. Базовые схемы усилителей на биполярном и полевом транзисторах, на радиолампе. Лабораторные работы: УНЧ, LC-усилитель

**Тема 5. ГЕНЕРАТОРЫ.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основные определения. Понятие автоколебательной системы, условия баланса фаз и баланса амплитуд. Генераторы синусоидальных колебаний: RC -генераторы и LC-генераторы. Генераторы релаксационного типа: мультивибратор, блокинг-генератор, ГЛИН.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Графическое определение режимов работы LC-генератора в зависимости от положения рабочей точки при заданных входной и выходной характеристиках полевого транзистора и известной нагрузке.

**лабораторная работа (18 часа(ов)):**

Лабораторные работы: 1) RC-генератор; 2) Мультивибратор;

**Тема 6. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Преобразователь частоты. Умножитель частоты. Амплитудный, частотный и фазовый модуляторы. Амплитудные линейный, квадратичный и синхронный детекторы. Частотный дискриминатор, фазовый детектор. Ограничитель сигнала.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Определение влияния рабочей точки биполярного транзистора на параметры модулированного сигнала амплитудного модулятора.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Лабораторные работы: Модуляция. Детектирование. Выпрямитель.

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

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ.	4	10, 11	подготовка домашнего задания	16	домашнее задание
2.	Тема 2. ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ПРИБОРЫ.	4	12	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.	4	13,14	подготовка домашнего задания	24	домашнее задание
4.	Тема 4. УСИЛИТЕЛИ.	4	15,16,17	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
5.	Тема 5. ГЕНЕРАТОРЫ.	4	17,18	подготовка домашнего задания	12	домашнее задание
6.	Тема 6. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ.	4	18	подготовка домашнего задания	10	домашнее задание
	Итого				76	

## 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. СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Что называют спектром сигнала? 2. Каков физический смысл имеет равенство Парсевала? 3. По каким параметрам периодической последовательности прямоугольных импульсов (ПППИ) можно судить об особенностях ее спектра? 4. Какие изменения происходят с амплитудным спектром ПППИ при устремлении периода следования импульсов к бесконечности? 5. Каков физический смысл спектральной плотности? 6. Линейно ли преобразование Фурье? 7. Каков физический смысл равенства Релея? 8. Что такое база сигнала? Какой основной вывод следует из этого понятия? 9. В чем практическая значимость понятия ширины спектра сигнала? 10. Каковы критерии определения верхней граничной частоты спектра? 11. Как дифференцирующая и интегрирующая цепи меняют спектр и форму проходящего по ним сигнала? 12. В чем основное отличие спектров частотно-модулированного и амплитудно-модулированного сигналов при тональной модуляции? 13. Линейным или нелинейным преобразованием является линейное амплитудное детектирование? 14. В чем состоит основная идея частотного разделения сигналов? 15. Как недостатки приемника прямого усиления удалось преодолеть при супергетеродинном приеме?

### Тема 2. ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ПРИБОРЫ.

домашнее задание , примерные вопросы:



1. В чем состоит явление термоэлектронной эмиссии? 2. Почему электровакуумный триод называют усилительным элементом? 3. Как недостатки триода устраняются в многоэлектродных лампах? 4. Зачем из колбы ЭЛТ выкачан воздух? 5. Какие системы электродов расположены в колбе ЭЛТ? 6. Откуда в ЭЛТ берутся электроны для формирования электронного пучка? 7. Как регулируется яркость пятна на экране ЭЛТ? 8. Что такое послеускорение?

### **Тема 3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Почему ряд веществ, например, Ge, Si, AsGa и др. получили название полупроводников? 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? 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. 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? 13. Почему электронно-дырочный переход обладает емкостью, и каков механизм ее образования? 14. Почему стабилизация напряжения на обратной ветви вольт-амперной характеристики стабилитрона возможна, а выпрямительного диода ? нет? 15. Почему прямая и обратная проводимости туннельного диода одинаковы? Почему два встречно включенных диода не обладают свойствами транзистора? Почему в линейном режиме работы коллекторный ток транзистора не равен нулю, несмотря на то, что переход база-коллектор смещен в обратном направлении? 16. Почему ВАХ транзистора, включенного по схеме с общей базой, отличаются от ВАХ транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером? 17. Биполярный транзистор образован симметричными или несимметричными р-п переходами? 18. Каково принципиальное отличие формальной и физической эквивалентных схем транзистора? 19. Какими параметрами определяются частотные свойства транзистора? 20. Почему полевой транзистор называют униполярным? 21. Как особенности структуры полевых транзисторов с управляющим р-п переходом и изолированным затвором влияют на их свойства? 22. Почему выходные ВАХ полевых транзисторов с управляющим р-п переходом имеют участок, практически параллельный оси ?х?? 23. Какие свойства полевых транзисторов обусловили особенности их применения? 24. Почему в однопереходном транзисторе возможно лавинообразное увеличение тока через переход эмиттер-база? 25. Симметричными или несимметричными переходами образована структура тиристора? 26. В каких режимах может работать тиристор?

### **Тема 4. УСИЛИТЕЛИ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

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? 7. Что такое параллельная индуктивная коррекция? 8. В чем состоит механизм высокочастотной индуктивной коррекции? 9. Какова причина появления оптимального параметра коррекции? 10. Почему резонансный усилитель имеет избирательную характеристику? 11. Чем усилитель напряжения отличается от усилителя мощности? 12. Как можно увеличить КПД усилителя мощности? 13. Входное и выходное сопротивления магистрального усилителя определяются функциональным назначением, каковы они? 14. В чем состоит универсальность дифференциального усилителя? 15. Каково замечательное свойство дифференциального усилителя? 16. Какое устройство называют решающим усилителем? 17. Какие требования предъявляются к операционному усилителю, на основе которого строится решающий усилитель? 18. Почему возможно одновременное выполнение операций интегрирования и суммирования? 19. В чем состоит основное преимущество активных фильтров перед пассивными фильтрами?



## **Тема 5. ГЕНЕРАТОРЫ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

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? 4. Чем принципиально отличается LC-генератор с катушкой связи от LC-генератора ?индуктивная трехточка?? 5. В чем суть метода, используемого для теоретического анализа LC-генератора? 6. По каким особенностям работы LC-генератора можно определить режим, в котором он находится? 7. Почему мультивибратор вырабатывает прямоугольные импульсы, а RC-генератор ? синусоидальный сигнал?

## **Тема 6. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ.**

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Каковы условия реализации линейного диодного детектирования? 2. Является ли синхронный детектор линейным? 3. Какова основная идея, на которой основан принцип действия частотного дискриминатора? 4. Какая математическая операция лежит в основе преобразования частоты? 5. Лежит ли математическая операция умножения в основе принципа действия умножителя частоты? 6. Является ли емкостной умножитель частоты параметрической системой? 7. На какой параметр усилительного каскада следует воздействовать для получения амплитудной модуляции? 8. На какой параметр LC-генератора следует воздействовать для получения частотной модуляции?

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Программой дисциплины в рамках балльно-рейтинговой системы предусмотрены несколько видов контроля. Текущий контроль - устный опрос, проверка домашнего задания по решению задач, контрольные работы и контроль выполнения лабораторных работ. Итоговый контроль - экзамен.

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

V. СПЕКТРАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ. Понятие спектра сигнала. Виды спектров.

5.1. Ряд Фурье, три формы записи. Связь энергетической и спектральной характеристик сигналов.

5.2. Спектр последовательности прямоугольных импульсов.

5.3. Спектр одиночного импульса. Спектральная плотность сигнала. Прямое и обратное преобразования Фурье.

5.4. Свойства преобразования Фурье. Связь спектров входного и выходного сигналов линейной цепи.

5.5. Спектры модулированных сигналов. Преобразование спектра при амплитудной демодуляции (детектировании).

5.6. Преобразование частоты. Частотный метод разделения сигналов. Приемник прямого усиления и супергетеродинный приемник.

5.7. Понятие ширины спектра сигнала.

### **VI. ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ.**

6.1. ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ ПРИБОРЫ.

6.1.1. Термоэлектронная эмиссия. Приемно-усилительные лампы.

6.1.2. Электронно-лучевая трубка.

6.2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРИБОРЫ.

6.2.1. Собственные полупроводники. Температурная зависимость концентрации носителей. Проводимость.

6.2.2. Примесные полупроводники. Симметричный электронно-дырочный переход, его вольт-амперная характеристика. Несимметричный электронно-дырочный переход.

6.2.3. Основные типы диодов, их свойства и применение.

6.2.4. Биполярный транзистор. Его устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы, способы включения, применение.

6.2.5. Полевой транзистор. Его устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы, применение.

6.2.6. Переключающие приборы: однопереходный транзистор, тиристор. Их вольт-амперные характеристики, свойства, применение.

6.2.7. Интегральные схемы. Логические и аналоговые элементы.

VII. УСИЛИТЕЛИ. Определение и классификация.

7.1. Принцип усиления. Усилительный RC-каскад. Классы усиления. Нелинейные искажения в усилителях. Коррекция частотных и переходных характеристик.

7.2. Отрицательные обратные связи в усилителях.

7.3. Резонансный усилительный каскад.

7.4. Дифференциальный усилитель.

7.5. Решающий усилитель.

7.6. Магистральные усилители.

7.7. Активные фильтры.

7.8. Усилители мощности. Двухтактные усилители мощности.

7.9. Параметрические усилители.

VIII. ГЕНЕРАТОРЫ. Основные определения. Понятие автоколебательной системы, условия баланса фаз и баланса амплитуд.

8.1. Генераторы синусоидальных колебаний: RC-генераторы и LC-генераторы.

8.2. Генераторы релаксационного типа: мультивибратор, блокинг-генератор, ГЛИН.

8.3. Параметрические генераторы.

IX. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ.

9.1. Преобразователь частоты. Умножитель частоты.

9.2. Амплитудный, частотный и фазовый модуляторы.

9.3. Амплитудные линейный, квадратичный и синхронный детекторы.

9.4. Частотный дискриминатор, фазовый детектор.

9.5. Ограничитель сигнала.

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ БЗ.В6.

Билет ♦ 1

1. Ряд Фурье. Три формы записи.

2. Определение функций Хевисайда и Дирака.

3. Электровакуумный триод. Вольт-амперные характеристики. Эквивалентная схема. Применение.

Билет ♦ 2

1. Связь энергетических и спектральных характеристик сигналов.

2. Переходная характеристика интегрирующей цепи.

3. Электровакуумный тетрод. Вольт-амперные характеристики. Эквивалентная схема. Применение.

Билет ♦ 3

1. Спектры модулированных сигналов. Преобразование спектра сигнала при амплитудной демодуляции.

2. Переходная характеристика дифференцирующей цепи.

3. Электровакуумный пентод. Вольт-амперные характеристики. Эквивалентная схема. Применение.

Билет ♦ 4

1. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Динамическое представление сигнала функцией включения. Интеграл Дюамеля.
3. Электронно-лучевая трубка.

Билет ♦ 5

1. Спектр одиночного прямоугольного импульса. Спектральная плотность сигнала. Прямое и обратное преобразование Фурье.
2. Динамическое представление сигнала дельта- функцией. Интеграл Дюамеля.
3. Биполярный транзистор. Устройство, характеристики, эквивалентные схемы.
- 4.

Биполярный транзистор. Устройство, принцип действия, вольт-амперные характеристики, эквивалентные схемы.

5.

Билет ♦ 6

1. Свойства преобразования Фурье.
2. Связь частотных и временных характеристик линейной цепи.
3. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход. Его вольт-амперная характеристика, свойства.

Билет ♦ 7

1. Связь спектров входного и выходного сигналов линейной цепи на примере узкополосного фильтра при поступлении на него периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Определение функций Хевисайда и Дирака. Их свойства.
3. Основные типы диодов. Их свойства и применение.

Билет ♦ 8

1. Спектры модулированных сигналов. Преобразование спектра сигнала при амплитудной демодуляции.
2. Переходная и импульсная характеристики интегрирующей цепи.
3. Биполярный транзистор. Устройство, принцип действия, вольт-амперные характеристики, эквивалентные схемы.

Билет ♦ 9

1. Частотный метод разделения сигналов. Приемник прямого усиления.
2. Переходная и импульсная характеристики дифференцирующей цепи.
3. Электронно-лучевая трубка.

Билет ♦ 10

1. Частотный метод разделения сигналов. Преобразование частоты. Супергетеродинный приемник.
2. Динамическое представление сигнала функцией включения. Интеграл Дюамеля.
3. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы.

Билет ♦ 11

1. Понятие ширины спектра сигнала.
2. Динамическое представление сигнала дельта-функцией. Интеграл Дюамеля.
3. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Встроенный и индуцированный каналы. Характеристики. Эквивалентные схемы.

Билет ♦ 12

1. Ряд Фурье. Три формы записи.
2. Связь временных и частотных характеристик линейной цепи.

3. Тиристор в режиме динистора и режиме тринистора. Устройство, характеристика, применение.

Билет ♦ 13

1. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Переходная и импульсная характеристики и интегрирующей цепи.
3. Однопереходный транзистор. Устройство, характеристика, применение.

Билет ♦ 14

1. Связь энергетической и спектральной характеристик сигнала.
2. Переходная и импульсная характеристики дифференцирующей цепи.
3. Электронный усилитель. Числовые параметры и характеристики.

Билет ♦ 15

1. Спектры модулированных сигналов. Преобразование спектра при амплитудной демодуляции.
2. Связь частотных и временных характеристик линейной цепи.
3. Принцип параметрического и электронного усиления.

Билет ♦ 16

1. Понятие ширины спектра сигнала.
2. Определение функции включения Хевисайда и дельта-функции Дирака.
3. Числовые параметры и характеристики электронного усилителя.

Билет ♦ 17

1. Частотный метод разделения сигналов. Приемник прямого усиления.
2. Переходная характеристика линейной цепи. Ее числовые параметры. Импульсная характеристика линейной цепи.
3. Принцип параметрического и принцип электронного усиления.

Билет ♦ 18

1. Частотный метод разделения сигналов. Преобразование частоты. Супергетеродинный приемник.
2. Динамическое представление сигнала функцией включения. Интеграл Дюамеля.
3. Электронно-лучевая трубка.

Билет ♦ 19

1. Понятие ширины спектра сигнала.
2. Динамическое представление сигнала дельта-функцией Дирака. Интеграл Дюамеля.
3. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход. Вольт-амперные характеристики. Свойства.

Билет ♦ 20

1. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Переходная и импульсная характеристики интегрирующей цепи.
3. Биполярный транзистор. Устройство, принцип действия, характеристики, эквивалентные схемы.

Билет ♦ 21

1. Спектр одиночного сигнала. Спектральная плотность. Преобразования Фурье.
2. Переходная и импульсная характеристики дифференцирующей цепи.
3. Электровакуумный диод. Характеристики, свойства, применение.

Билет ♦ 22

1. Свойства преобразования Фурье.
2. Связь частотных и временных характеристик линейной цепи.

3. Электровакуумный триод. Характеристики, свойства, эквивалентная схема, применение.

Билет ♦ 23

1. Понятие ширины спектра сигнала.
2. Определение функции включения Хевисайда и дельта-функции Дирака. Их свойства.
3. Электровакуумный тетрод. Характеристики, свойства, эквивалентная схема, применение.

Билет ♦ 24

1. Связь спектров входного и выходного сигналов на примере дифференцирующей цепи при поступлении на нее периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Связь временных и частотных характеристик линейной цепи.
3. Числовые параметры и характеристики электронного усилителя.

Билет ♦ 25

1. Связь спектров входного и выходного сигналов на примере интегрирующей цепи при поступлении на нее периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Переходные характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепей.
3. Электровакуумный пентод. Вольт-амперные характеристики, эквивалентная схема, применение.

4.

Билет ♦ 26

1. Свойства преобразования Фурье.
2. Динамическое представление сигнала функцией включения. Интеграл Дюамеля.
3. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом.

Билет ♦ 27

1. Частотный метод разделения сигналов. Преобразование частоты. Приемник супергетеродинного типа.
2. Динамическое представление сигнала дельта-функцией Дирака.
3. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Встроенный и индуцированный каналы.

Билет ♦ 28

1. Связь спектров входного и выходного сигналов на примере узкополосного фильтра при поступлении на него периодической последовательности прямоугольных импульсов.
2. Переходная и импульсная характеристики интегрирующей и дифференцирующей цепей.
3. Тиристор в режиме динистора и в режиме тринистора.

Билет ♦ 29

1. Спектр одиночного прямоугольного импульса. Спектральная плотность. Преобразования Фурье.
2. Связь частотных и временных характеристик линейной цепи.
3. Принцип параметрического и принцип электронного усиления.

Билет ♦ 30

1. Понятие ширины спектра сигнала.
2. Определение функции включения Хевисайда и дельта-функции Дирака.
3. Собственные и примесные полупроводники. Электронно-дырочный переход. Вольт-амперная характеристика. Свойства.

### 7.1. Основная литература:

1. 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] Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/300/>

ЭБС  
"Лань"  
2. 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.  
<http://e.lanbook.com/view/book/874/>

ЭБС  
"Лань"  
3. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. Изд.: "Физматлит" ISBN: 978-5-9221-0995-6 2008, - 488 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2244/>

ЭБС  
"Лань"  
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. <http://e.lanbook.com/view/book/826/>

ЭБС  
"Лань"

## **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

## **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 "Основы радиоэлектроники (практикум)" 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 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Тюрин В.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Бойко Б.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.