



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Кафедра физической электроники

Образовательная программа

03.03.02 – Физика

Профили подготовки:

Фундаментальная физика

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Форма обучения: **Очная**

Статус дисциплины: **Вариативная**

Махачкала, 2020 год

Рабочая программа дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02– Физика, (уровень: бакалавриата), утвержденным приказом Минобрнауки от «7» августа 2014 г. № 937.

Разработчик: кафедра физической электроники, Алиев И.Ш., к.ф.-м.н., доцент _____

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от « 21 » 08 2020 г., протокол № 6.

Зав каф кафедрой _____ Омаров О.А

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 28 » 02 2020 г., протокол № 6.

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 26 » 03 2020 г.

/Начальник УМУ _____ Гасангаджиева А. Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Радиофизика и электроника» входит в вариативную, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физической процессов, протекающих в радиоэлектронных элементах и устройствах, применяемых в физическом эксперименте, в технике радиосвязи, в том числе спутниковой, оптоволоконной и сотовой. В курсе радиофизики и электроники студент должен получить сведения о принципах работы основных радиоэлектронных элементов и устройств, приобрести навыки работы с основными радиотехническими приборами, монтажа и наладки несложных радиоэлектронных устройств. При этом бакалавр должен получить не только теоретические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной. Задачами курса также являются- научить студентов методам расчета радиоэлектронных схем, чтению схем, ознакомить с современной элементной базой радиоэлектроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общекультурных*: (ОК-7); *профессиональных*: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: *контрольная работа, коллоквиум и пр.)* и промежуточный контроль в форме *экзамена.*

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		Всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
6	180	98	48	50				46+36 экзамен	

1. Цели освоения дисциплины «Радиофизика и электроника» является ознакомление студентов с физикой процессов в основных радиоэлектронных элементах и устройствах, с современной элементной базой электроники, с методами анализа электрических цепей и сигналов, с физическими принципами работы базовых радиоэлектронных цепей и схем. При этом бакалавр должен получить не только теоретические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной.

Задачи дисциплины:

- ознакомить с современной элементной базой радиоэлектроники;
- дать сведения о принципах работы основных радиоэлектронных устройств
- формирование у студентов умения оценивать возможности применения радиоэлектронных устройств в физическом эксперименте, в технике радиосвязи и др. областях техники;
- получение навыков работы с основными радиотехническими приборами;
- получение практических навыков монтажа и наладки несложных радиоэлектронных устройств;
- научить студентов методам расчета радиоэлектронных схем и чтению схем;
- сформировать основные умения и навыки работы с измерительными приборами, обработки результатов лабораторных работ и их анализа, решения прикладных задач, применения физических законов для объяснений природных процессов и явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Радиофизика и электроника» входит в цикл общепрофессиональных и специальных дисциплин образовательной программы (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика.

Для изучения дисциплины «Радиофизика и электроника» ее успешного усвоения *студент должен знать*: законы электричества, основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики; дифференциальное и интегральное исчисления; гармонический анализ; дифференциальные уравнения; численные методы; функции комплексного переменного и др. разделы физики и математики.

Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями, практиками)

Являясь самостоятельной учебной дисциплиной, курс «Радиофизика и электроника», не оторван от других дисциплин. Наоборот, существуют меж-

дисциплинарные связи с такими частями и разделами физики, как «Переменный электрический ток», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Колебания и волны», «Теорию колебаний» и др.

Кафедра Физической электроники физического факультета ДГУ ведет подготовку специалистов по специализациям "Физическая электроника", "Медицинская физика", "Электроника и нанoeлектроника". Профиль подготовки тесно связан с ведущимися на кафедре НИР, особенностью которых является широкое использование методов радиотехники, электроники и цифровой техники в экспериментальных комплексах. Дисциплина "Радиофизика и электроника" связана с аппаратным и метрологическим обеспечением физического эксперимента, закладывает основы для дальнейшего обучения на специализациях факультета. Материал, изучаемый в дисциплине «Основы радиофизики и электроники» может использоваться студентами специализации «Физическая электроника» при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, например: «Физика газового разряда», «Медицинская электроника», «Электронные твердотельные приборы и микроэлектроника», «Электронные и квантовые приборы СВЧ диапазона», «Вычислительная техника», «Физика контактных явлений» и др. Для студентов других специализаций материал, изучаемый в дисциплине «Основы радиофизики и электроники», будет полезен при изучении дисциплин, связанных с вопросами применения радиоэлектронных средств сигналов, а также измерения и обработки при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с изготовлением и эксплуатацией радиоэлектронных устройств и экспериментальных установок.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	Знает: необходимость постоянного саморазвития и совершенствования, расширения своего кругозора; • уровень своих знаний и возможностей и пути, ведущие к самоорганизации и самообразованию Умеет: • использовать накопленный опыт, анализировать уровень своих знаний и возможностей; • адаптироваться к изменяющимся условиям; Владеет: • способностью адекватной самооценки, адаптироваться к изменяю-

		щимся условиям; • готовностью и способностью к самоорганизации, самообразованию и развитию;
ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;	Знает: • о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях в области физики и смежных естественных наук; • способы использования специализированных знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин; Умеет: • критически анализировать базовую общефизическую информацию; • пользоваться основными понятиями, законами и моделями физики и радиофизики; • использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин; Владеет: • основными сведениями о достижениях в области радиофизики и электроники и о путях и перспективах их развития; • способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальной и (или) теоретической физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	Знает: • о методах и направлениях проведения научных исследований в области экспериментальной и (или) теоретической радиофизики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • пути решения конкретных задач радиофизики и электроники и области применения полученных результатов исследований; Умеет: • проводить научные исследования в области экспериментальной и

		(или) теоретической радиофизики с помощью современной приборной базы и информационных технологий; • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных исследований в области радиофизики и электроники; Владеет: • навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических радиофизических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий.
ПК-3	готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	Знает: • тенденции развития современной радиофизики и электроники • пути применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований при решении научно инновационных задач в области радиофизики; Умеет: • применять на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований при решении научно-инновационных задач в области радиофизики и электроники; • применять результаты научных исследований в инновационной деятельности в области радиофизики и электроники ; Владеет: • разделами радиофизики и электроники, необходимыми для решения научно-инновационных задач; • навыками применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований при решении научно инновационных задач в области радиофизики и электроники;

ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знает: • методы применения на практике радиофизических исследований профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин; Умеет: пользоваться профессиональными знаниями и умениями, полученными при освоении профильных физических дисциплин при решении научно инновационных задач в области радиофизики и электроники; Владеет: • современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области профильных физических дисциплин; • навыками применения на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.
------	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/ п	Раздел и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практ. зан.-я	Лаб. раб.	Контр. сам. раб.		
Модуль 1. Предмет радиофизики. Принцип модуляции в радиофизике									
1	Основные задачи радиофизики и электроники	6	1	4		3		5	Допуск к лабораторным работам, разбор отдельных вопросов
2	Принцип модуляции в радиофизике	6	2	4		3		5	Допуск к лабораторным работам, разбор отдельных вопросов
3	Метод векторных диаграмм	6	3	4		3		5	Допуск к лабораторным работам, разбор отдельных

								ных вопросов
	<i>Итого по модулю 1</i>			12		9		15
Модуль 2. Радиотехнические цепи и сигналы								
4	Комплексные изображения величин	6	4	3		3		6 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
5	Схема дифференцирования и интегрирования входного сигнала	6	5	3		3		6 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
6	Установившиеся процессы в цепи, резонанс	6	6	3		4		5 Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2</i>			9		10		17
Модуль 3. Нелинейные элементы в радиотехнических устройствах								
7	Установившиеся процессы в четырех-полюсниках	6	7	1		2		5 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
8	Уравнения Кирхгофа для связанных контуров	6	8	1		2		5 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
9	Переходные процессы в линейных цепях	6	9	2		3		5 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
10	Собственная и примесная проводимость полупроводников, явления переноса	6	10	2		3		5 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
	<i>Итого по модулю 3</i>			6		10		20
Модуль 4. Элементы полупроводниковой электроники								
11	Неравновесные носители заряда в полупроводниках	6	11	2		4		4 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
12	Электрические поля в полупроводниках, формирование диода Шоттки и электронно-дырочного перехода	6	12	1		4		4 Контрольная работа
13	Контактная разность потенциалов, процессы в равновесном и неравновесном переходе, барьерная емкость	6	13	2		4		4 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме
14	Теория ВАХ тонкого и толстого р-п-перехода. Физика	6	14	2		3		2 Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов по теме

	процессов пробоя							
	<i>Итого по модулю 4</i>			7		15		14
Модуль 5. Полупроводниковые радиоэлектронные устройства								
15	Специальные типы диодов, их свойства, параметры и применение в электронике	6	15	2		4		4
16	Структура и принцип работы биполярного и полевого транзистора	6	16	2		4		4
17	Усиление электрического сигнала	6	17	1		4		5
18	Генераторы электрических колебаний	6	18	1		6		3
	<i>Итого по модулю 5</i>			6		14		16
	Подготовка к экзамену							
	<i>Итого (180 часов)</i>			48		50		82

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Предмет радиофизики. Принцип модуляции в радиофизике

Тема 1. Введение. Предмет радиофизики. Основные задачи радиофизики. Радиофизика - наука о физических явлениях, методах и системах передачи, приема и обработки информации. Общая схема радиосвязи. Классификация диапазонов радиоволн. Излучение и распространение радиоволн. Сигналы и помехи. Понятие информации и сигнала в радиофизике.

Тема 2. Принцип модуляции в радиофизике. Радиоэлектронные системы передачи, приема и обработки информации. Роль гармонических колебаний в радиосвязи. Виды модуляции сигнала. коэффициент модуляции. Частотная селекция, демодуляция и детектирование радиосигнала. Случайные колебания, шумы и помехи в радиосвязи.

Тема 3. Спектры периодических и непериодических сигналов. Спектральная плотность $S(\omega)$ непериодического сигнала. Свойства преобразований Фурье. Символическое изображение переменных составляющих сложного сигнала, метод комплексных амплитуд. Различные формы представления периодических колебаний. Распределение энергии и мощности в спектре периодических и непериодических колебаний.

Модуль 2. Радиотехнические цепи и сигналы

Тема 4. Радиоэлектронные цепи. Основные понятия радиоэлектронных цепей, идеальные элементы. Модели пассивных и активных элементов ра-

диоэлектронных цепи Эквивалентные преобразования электрических цепей (ЭЦ). Линейные системы. Принципы линейности и инвариантности во времени. Резистор (R), конденсатор(C) индуктивность (L) и трансформатор как линейные элементы цепи. Закон Ома. Источники напряжения и тока. Законы Кирхгофа.

Тема 5. *Методы анализа линейных и нелинейных ЭЦ.* Виды, характеристики и параметры нелинейных элементов. Графические методы анализа нелинейных ЭЦ. Аналитические методы анализа нелинейных ЭЦ. Метод узловых напряжений.

Тема 6. *Электрические цепи при гармоническом воздействии.* Гармоническое воздействие на идеализированные элементы. Формы представления гармонического воздействия. Комплексные сопротивления и проводимости ЭЦ.

Модуль 3. Нелинейные элементы в радиотехнических устройствах

Тема 7. *Активные и реактивные элементы в цепи переменного тока.* Векторная диаграмма напряжений. Резистивный, индуктивный и емкостной элементы в цепи переменного тока, активное и реактивные сопротивления, диаграмма напряжений. Энергетический анализ линейных электрических цепей. Виды мощностей в электрических цепях и их баланс. Комплексное представление мощностей. Треугольник и коэффициент мощности.

Тема 8. *Векторные диаграммы.* Цепь переменного тока, содержащий последовательно включенные R , L , C . Полное сопротивление цепи переменному току. Фазы токов и напряжений, разность фаз φ . Векторные диаграммы напряжений и токов, сопротивлений и проводимостей последовательно и параллельно соединенных R , L , C . Эквивалентное сопротивление и проводимость.

Тема 9. *Установившиеся процессы в цепи.* Введение эквивалентного генератора при расчете сложной цепи. Схема дифференцирования входного сигнала, точность выполнения операции дифференцирования. Схема интегрирования входного сигнала, точность выполнения операции интегрирования. Установившиеся процессы в цепи, содержащей последовательное соединение источника переменной ЭДС и элементов R , L , C . Резонанс напряжений.

Тема 10. Резонанс токов - параллельный резонанс. Эквивалентное характеристическое сопротивление колебательного контура и зависимость его от частоты. Использование резонанса токов.

Резонансные кривые для последовательного контура и зависимость вида их от частоты и добротности контура. Частотные зависимости тока и напряжения в параллельном и последовательном контурах, резонансные кривые и добротность контура. Применение колебательного контура в физических измерениях.

Модуль 4. Элементы полупроводниковой электроники

Тема 11. Основы полупроводниковой электроники. Предмет полупроводниковой электроники. Основные типы примесей в полупроводнике, примесные уровни и энергия их ионизации. Собственная и примесная проводимость. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках. Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводнике. Равновесные и неравновесные концентрации носителей заряда. Релаксации неравновесной концентрации, максвелловская релаксация.

Тема 12. Барьерные структуры в полупроводниках. Токи и поля в полупроводниках, дрейфовые и диффузионные токи. Полупроводник во внешнем электрическом поле. Обогащение, обеднение и инверсия поверхностной проводимости. Длина экранирования Дебая. Уравнения для зарядов, токов и полей в полупроводниках. Электрические переходы, классификация электрических переходов. Технологические методы формирования $p-n$ – переходов, сплавные, диффузионные, эпитаксиальные и имплантированные $p-n$ – переходы.

Тема 13. Процессы в равновесном $p-n$ – переходе. Энергетическая диаграмма $p-n$ – перехода при равновесии, высота потенциального барьера и контактная разность потенциалов. Законы распределения заряда, напряженности поля и потенциала на переходе. Процессы переноса носителей заряда через равновесный $p-n$ – переход, диффузионные и дрейфовые токи.

Тема 14. Процессы в неравновесном $p-n$ – переходе. Обратное смещение. Прямое смещение. Вольтамперная характеристика $p-n$ – перехода. Инжекция и экстракция носителей заряда. Распределение концентрации неравновесных и неосновных носителей заряда в объеме базы диода. Идеальный $p-n$ – переход Шокли. ВАХ реального $p-n$ – перехода. Пробой $p-n$ – перехода. Ёмкостные свойства $p-n$ – перехода и их применение в электронике.

Модуль 5. Полупроводниковые радиоэлектронные устройства

Тема 15. МДП – структуры. Контакт «металл-диэлектрик-полупроводник (МДП). Особенности строения поверхности полупроводников, причины возникновения поверхностных уровней (состояний), искривление энергетических зон у поверхности. Зависимость поверхностной электропроводности от поверхностного потенциала. Структура и технология изготовления контакта МДП. Эффект поля и его применение.

Тема 16. Специальные диоды. Лавинно-пролетные и туннельные диоды, структура, принцип действия и энергетические диаграммы. Свойства, параметры и характеристики диодов. Структура, принцип действия и параметры и характеристики варикапа.

Тема 17. Биполярные и полевые транзисторы. Интегральные схемы. Принцип действия, приближенная теория, учет рекомбинации и ширины базы биполярного транзистора. Управление током базы. Проводимость эмиттерного и коллекторного переходов, объемное сопротивление базы. Схемы

включения, параметры и усилительные свойства транзистора. Полевые транзисторы с управляющим р-п- переходом и со структурой металл-диэлектрик полупроводник. Параметры и свойства полевых транзисторов. Интегральные микросхемы, их классификация и параметры.

Тема 18. Оптические свойства р-п-перехода. Полупроводниковые фотоприемники и светодиоды. Внутренний фотоэффект и фотопроводимость полупроводников. Влияние света на р-п-переход, вольтамперные, световые и спектральные характеристики фотодиодов. Нагрузочные характеристики и эффективность фотопреобразования. Инжекционная электролюминесценция, коэффициент инжекции. Внутренний и внешний квантовые выходы и КПД светодиода. Характеристики светодиода, технология получения и материалы для светодиодов.

Наименование тем лабораторных работ

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль 1		
Лабораторная работа № 1. Изучение стенда ЛУЧ-1 и электронного осциллографа.		
Темы № 1-3 Спектры периодических и непериодических сигналов, гармонические колебания в радиофизике.	Ознакомление с основными блоками лабораторного стенда ЛУЧ-1 и осциллографа, с их назначением, принципом действия, функциональными возможностями и характеристиками.	Получение практических навыков работы с приборами, представление результатов упражнений, ответы на контрольные вопросы
Лабораторная работа № 2. Исследование полупроводникового диода.		
Темы № 13-14. Процессы в неравновесном р-п - переходе. Вольтамперная характеристика, инжекция и экстракция носителей заряда.	Ознакомление с основными параметрами и характеристиками полупроводниковых выпрямительных диодов и исследование их электрических свойств.	Оформление таблиц, построение графиков, выводы или заключения. Защита работы.
Модуль 2		
Лабораторная работа № 3. Изучение работы однофазного выпрямителя.		
Темы № 6-8,14. Электрические цепи при гармоническом воздействии. Выпрямители переменного тока	Изучение принципов работы и сравнение основных параметров и характеристик однофазных выпрямителей переменного тока.	Вычисление основных параметров, графическое представление сигналов, выводы и защита работы.
Лабораторная работа № 4. Изучение характеристик частотно-избирательных цепей(фильтров).		
Темы №7-8. Гармоническое воздействие на идеализированные элементы. Спектральный и энергетический анализ линейных электрических цепей.	Изучение принципа построения и характеристик различных вариантов фильтров электрических колебаний и экспериментальное исследование частотной зависи-	Графическое представление частотной зависимости коэффициентов пропускания фильтров. Вычисление параметров различных фильтров,

	мости передаточных характеристик на примере RC фильтров.	сравнение экспериментальных и теоретических результатов и выводы.
Модуль 3		
Лабораторная работа № 5. Изучение лабораторного стенда «Электроника».		
Темы № 4-6, 17-18. Радио-электронные цепи и их эквивалентные преобразования. Полупроводниковые приборы -диоды и транзисторы.	Ознакомление с назначением и принципом действия основных миниблоков стенда. Проведение тестовых упражнений для проверки работоспособности генераторов напряжений и измерительных приборов.	Получение практических навыков работы и представлений о функциональных возможностях радиофизических приборов. Защита работы.
Лабораторная работа № 6. Цепь синусоидального тока при последовательном соединении элементов R, C и L.		
Темы № 7-9. Электрические цепи при гармоническом воздействии. Активные и реактивные элементы в цепи переменного тока. Векторные диаграммы.	Экспериментальное определение параметров цепей с последовательным соединением R,L и C для трёх случаев $X_L > X_C$, $X_L < X_C$ и $X_L = X_C$. Построение векторных диаграмм. Расчёт цепи при резонансе.	Сравнение результатов расчёта резонансных цепей с экспериментальными данными. Таблицы, графики и выводы.
Модуль 4		
Лабораторная работа № 7. Исследование двухкаскадного транзисторного усилителя.		
Темы №12-14 Барьерные структуры в полупроводниках и их применение для усиления электрических сигналов. Биполярные транзисторы.	Экспериментальное определение основных параметров и снятие характеристик двухкаскадного транзисторного усилителя и исследование влияние на них отрицательной обратной связи.	Ознакомление с основными параметрами и характеристиками усилителя. Таблицы, графики и выводы.
Лабораторная работа № 8. Ознакомление с работой RS-триггера, мультивибратора и одновибратора.		
Тема №17-18. Полупроводниковые приборы.	Определение частоты переключений мультивибратора и исследование влияния на неё величин ёмкостей в обратных связях. Исследование влияние ёмкости обратной связи на длительность выходного импульса одновибратора.	Получение представлений о функциональных возможностях радиофизических схем с транзисторами в режимах переключения. Таблицы, выводы, защита работы.
Модуль 5		
Лабораторная работа № 9. Исследование операционного усилителя.		
Темы №7.Транзисторы и интегральные микросхемы.	1. Исследование цепей с операционными усилителями(ОУ). Основные свойства операционных усилителей с инвертирующим и неинвертирующим входом.	Таблицы, графики. Сравнение свойств ОУ с разными входами, выводы.

5. Образовательные технологии:

Активные и интерактивные формы, лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, коллоквиумы и экзамены, компьютеры. В течение семестра преподаватель нацеливает студентов относиться к решаемой экспериментальной задаче как к научному исследованию. Такой подход позволит выработать у учащихся необходимые исследователю и современному инженеру навыки: понимать роль модели, т.е. уметь абстрагироваться от второстепенных эффектов; делать качественные оценки и выводы. В рамках лабораторного практикума используется умение студентов производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и в производственной деятельности.

При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской. По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций специалистов профиля данной дисциплины - ведущих преподавателей радиотехнического факультета Дагестанского государственного политехнического университета (ДГПТУ).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов включает:

- проработка учебного материала, пройденного на лекциях и предлагаемого для самостоятельного изучения (по конспектам лекций учебной и научной литературе);
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- подготовка докладов к лабораторным занятиям (по актуальным темам дисциплины, предложенным преподавателем);
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- подготовка к лабораторным занятиям, к контрольным работам, текущим аттестациям и к экзамену.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды контроля самостоятельной работы студента
1. Зарождение и развитие радиотехники и радиоэлектроники. Связь радиофизики с другими областями науки и техники.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

2. Линейные системы с сосредоточенными параметрами. Двухполосники.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
3. Собственные колебания в реальном контуре. Вынужденные колебания в последовательном RLC-контуре.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
4. Резонанс. Входное сопротивление последовательного RLC-контуреа.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
5. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Полоса пропускания, ее связь с добротностью.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
6. Вынужденные колебания в параллельном RLC-контуре, входное сопротивление.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
7. Коэффициент передачи параллельного контура. Параллельный контур, как фильтр.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
8. Связанные колебательные контуры. Свободные колебания связанных контуров.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
9. Коэффициент связи. Частоты связи. Вынужденные колебания в связанных контурах. Коэффициент передачи системы связанных контуров.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
10.Четырехполосники. Фильтры. Линейные цепи с распределенными параметрами.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
11. Нелинейные элементы. Характеристики нелинейных элементов. Графический метод анализа нелинейных характеристик.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
12. Электронные приборы. Электронные лампы. Электронно-лучевые приборы. Осциллографы.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
13. Полупроводниковые компоненты электронных схем. Диоды, вольтамперная характеристика диодов.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
14. Классификация диодов, обозначение на электронных схемах. Основные схемы с применением диодов: выпрямители, диодные ограничители.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
15. Транзисторы. Режимы работы и схемы включения биполярных транзисторов.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
16. Параметры и входные и выходные вольтамперные характеристики биполярных транзисторов.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

17. Полевые транзисторы. Принцип действия и схемы включения полевых транзисторов с р-п-переходом.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
18. Параметры и характеристики полевых транзисторов с р-п-переходом	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
19. Эффект поля в полупроводниках и его применение в структурах МДП (Металл-Диэлектрик-Полупроводник).	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
20. Принцип действия и схемы включения полевых транзисторов с МДП-структурой	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
21. Параметры и входные и выходные вольтамперные характеристики полевых транзисторов на базе МДП-структур.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
22. Классификация усилителей. Коэффициент усиления. Частотная и передаточная характеристики.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
23. Амплитудная характеристика и коэффициент нелинейных искажений.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
24. Особенности усилителя низких частот и высоких частот. Усилители постоянного тока.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
25. Резонансные усилители. Полосовые усилители. Дифференциальные усилители. Другие типы усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
26. Обратная связь в усилителях. Влияние обратной связи на параметры усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
27. Повторители напряжения. Фазоинверсный каскад.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
28. Операционный усилитель: структура, принцип действия и основные параметры. Частотные свойства операционных усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
29. Построение аналоговых электронных схем с применением операционных усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
30. Инвертирующие и неинвертирующие усилители. Сумматоры и дифференциальные усилители.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
31. Интеграторы и дифференциаторы на операционных усилителях. Активные фильтры.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
32. Функциональные преобразователи на основе операционных	Фронтальный опрос; коллективный разбор от-

усилителей.	дельных вопросов и обсуждение докладов
33. Принципы генерации электромагнитных колебаний. Автогенераторы.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
34. Мягкий и жесткий режимы работы генератора. Условия устойчивости в работе генератора.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
35. Генераторы колебаний сверхвысоких частот. (Клистрон, магнетрон, диод Ганна).	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
36. Тенденции развития современной радиоэлектроники. Квантовая электроника. Оптоэлектроника. Функциональная электроника.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
37. Элементы и принципы построения цифровых электронных устройств. Понятие о цифровых устройствах.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
38. Понятие о цифровых интегральных схемах. Интегральные схемы малой степени интеграции.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
39. Цифровые электронные схемы с использованием памяти. Понятие о триггерах, основные виды триггеров. Электронные схемы с использованием триггеров.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
40. Вопросы сопряжения цифровых и аналоговых устройств. Основные методы аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на лабораторных занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время лабораторных занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;

Итоговый контроль. Экзамен в конце 6 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение выполнения заданий по всему пройденному материалу.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях, для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме);

- приборы и оборудование учебного назначения (при выполнении лабораторных работ);
- пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и самостирования);

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	<i>Знать:</i> • необходимость постоянного саморазвития и совершенствования, расширения своего кругозора; • уровень своих знаний и возможностей и пути, ведущие к самоорганизации и самообразованию <i>Уметь:</i> • использовать накопленный опыт, анализировать уровень своих знаний и возможностей; • адаптироваться к изменяющимся условиям; <i>Владеть:</i> • способностью адекватной самооценки, адаптироваться к изменяющимся условиям; • готовностью и способностью к самоорганизации, самообразованию и развитию;	Устный опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;
ПК-1	способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;	<i>Знать:</i> • о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях в области физики и смежных естественных наук; • способы использования специализированных знаний в области физики для освоения профильных физических дисциплин; <i>Уметь:</i> • критически анализировать базовую общефизическую информацию; • пользоваться основными понятиями, законами и моделями физики и радиофизики;	Устный опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;

		• использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин; <i>Владеть:</i> • основными сведениями о достижениях в области радиофизики и электроники и о путях и перспективах их развития; • способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;	
ПК-2	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальной и (или) теоретической физики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	<i>Знать:</i> • о методах и направлениях проведения научных исследований в области экспериментальной и (или) теоретической радиофизики с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; • пути решения конкретных задач радиофизики и электроники и области применения полученных результатов исследований; <i>Уметь:</i> • проводить научные исследования в области экспериментальной и (или) теоретической радиофизики с помощью современной приборной базы и информационных технологий; • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных исследований в области радиофизики и электроники; <i>Владеть:</i> • навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических радиофизических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и инфор-	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, компьютерное тестирование, представление рефератов

		мационных технологий.	
ПК-3	готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<i>Знать:</i> • тенденции развития современной радиофизики и электроники • пути применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований при решении научно инновационных задач в области радиофизики; <i>Уметь:</i> • применять на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований при решении научно-инновационных задач в области радиофизики и электроники; • применять результаты научных исследований в инновационной деятельности в области радиофизики и электроники ; <i>Владеть:</i> • разделами радиофизики и электроники, необходимыми для решения научно-инновационных задач; • навыками применения на практике профессиональных знаний теории и методов физических исследований при решении научно инновационных задач в области радиофизики и электроники;	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, компьютерное тестирование, представление рефератов
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<i>Знать:</i> • методы применения на практике радиофизических исследований профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин; <i>Уметь:</i> пользоваться профессиональными знаниями и умениями, полученными при освоении профильных физических дисциплин при решении научно инновационных задач в области радиофизики и электроники; <i>Владеть:</i> • современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области профильных физических дисциплин; • навыками применения на практике профессиональные знания и	

		умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.	
--	--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

7.2.1. Вопросы и задания к входной контрольной работе

1. Перечислите основные свойства электрического заряда, а также электрического и магнитного полей.
2. Дайте определение напряженности электростатического поля, потенциала и связи между ними. Единицы измерения величин.
3. Изобразите картину эквипотенциальных линий электростатического поля для следующих распределений зарядов:
а) электрический диполь; б) система двух точечных зарядов; в) система двух равных отрицательных зарядов; г) плоский конденсатор.
4. Объясните на примере, почему напряженность электрического поля направлена в сторону наибыстрейшего убывания потенциала.
5. В чем заключается метод электростатической защиты? На каком физическом явлении этот метод основан?
6. Какой физический смысл вкладывается в понятие сторонних сил? Где действуют эти силы?
7. Какой физический смысл вкладывается в понятие ЭДС? Как может быть измерена ЭДС батарейки?
8. Изобразите картину линий магнитной индукции для следующих проводников с током и постоянных магнитов: (а) прямолинейный магнит, (б) круговая рамка, (в) соленоид, (г) Земля.
9. Чем вихревое поле отличается от потенциального?
10. Почему заряженные частицы двигаются в магнитном поле по спирали?
11. В чем сходство или различие между током проводимости и индукционным током?
12. Как формулируются закон электромагнитной индукции и правило Ленца?
13. Почему переменный электрический ток проходит по цепи, содержащий конденсатор, а постоянный не проходит?
14. Что нового наблюдается в выражении для циркуляции вектора магнитной индукции по замкнутому контуру (закон полного тока) в том случае, когда в пространстве возникает переменное электрическое поле?
15. В чем сходство и в чем различие между током проводимости и током смещения?
16. Какие экспериментальные законы электричества и магнетизма легли в основу системы уравнений Максвелла?
17. Составить таблицу "Классификация ЭМ по диапазонам". Указать название диапазона, длины и частоты волн диапазонов, характер действия на живые организмы".

18. Чем отличаются ЭМ волны, излучаемые антенной радио передатчика, и световые волны, излучаемые сильно нагретым телом?
19. Что такое монохроматическая ЭМ волна? Что такое длина волны? Как длина волны связана с частотой? В чем заключается свойство поперечности ЭМ волн?
20. Написать формулы для плотности энергии электрического и магнитного полей ЭМ - волны.
21. Какое выражение описывает период собственных колебаний идеального колебательного контура?
22. Какое выражение описывает собственную частоту идеального колебательного контура?
23. Какое выражение описывает частоту затухающих колебаний в колебательном контуре?
24. По какому закону происходят изменения заряда на конденсаторе в идеальном контуре?
25. По какому закону происходит изменения амплитуды затухающих колебаний в колебательном контуре?
26. По какому закону происходят изменения заряда при затухающих колебаниях в колебательном контуре?
27. Участок цепи переменного тока состоит из последовательно соединенных резистора с сопротивлением R , катушки с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C . Чему равно падение напряжения на индуктивном сопротивлении?
28. Участок цепи переменного тока состоит из последовательно соединенных резистора с сопротивлением R , катушки с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C . Чему равно падение напряжения на емкостном сопротивлении?
29. Участок цепи переменного тока состоит из последовательно соединенных резистора с сопротивлением R , катушки с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C . Каким выражением определяется полное сопротивление участка цепи переменному току?
30. Участок цепи переменного тока состоит из последовательно соединенных резистора с сопротивлением R , катушки с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C . Каким выражением определяется реактивное сопротивление участка?
31. Идеальный колебательный контур содержит два одинаковых конденсатора, соединенных параллельно. Как изменится резонансная частота контура, если конденсаторы соединить последовательно?
32. Какова резонансная частота колебательного контура, если амплитуда заряда на конденсаторе $q_m = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$, а максимальный ток в цепи $I_m = 1,0 \text{ А}$,
33. На какую длину волны будет резонировать контур, состоящий из катушки с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C ?
34. Индуктивность колебательного контура L . Какова должна быть емкость контура, чтобы он резонировал на длину волны λ ?
35. Колебательный контур состоит из конденсатора с площадью пластин по S

и катушки с индуктивностью L . Контур резонирует на длину волны λ . Каким выражением определяется расстояние между плоскостями конденсатора?

320. Катушка индуктивностью L и конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром D каждая, соединены параллельно. Расстояние между пластинами d . Чему равен период T колебаний?

36. Конденсатор емкостью C соединен с катушкой длиной l и сечением S , содержащей N витков. Чему равен период T колебаний?

37. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 1 мкФ , а амплитуда напряжения на нем 10 В . Чему равна максимальная энергия магнитного поля катушки?

38. Написать уравнение Максвелла для циркуляции вектора напряженности электрического поля.

39. Написать уравнение Максвелла для циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

40. Написать уравнение Максвелла для потока вектора индукции магнитного поля.

41. Написать уравнение Максвелла для потока вектора индукции электрического поля.

7.2.2. Вопросы и задания к контрольной работе №1

1. Блок-схема радиоканала и преобразование в нем сообщения.
2. Спектры непрерывных и дискретных сигналов.
3. Две формы представления гармонического сигнала
4. Основные соотношения для C и L
5. Комплексные сопротивления Z_C и Z_L
6. Резистор и конденсатор в цепи синусоидального тока.
7. Резистор и индуктивность в цепи переменного тока.
8. Закон Ома для цепи переменного тока, содержащего R , C и L .
9. Эквивалентное сопротивление последовательной и параллельной цепей из 3 резисторов R
10. Основные соотношения для колебательного контура.
11. Следствиями каких законов физики являются законы Кирхгофа?
12. Закон Кирхгофа для токов (пример применения для вашей схемы)
13. Закон Кирхгофа для напряжений (пример применения).
14. Источники напряжения и тока.
15. Внутренние сопротивления идеальных ИН и ИТ (источники напряжения и тока).
16. Выражения для действующего и среднего значений гармонического напряжения.
17. Выражения для взаимной индуктивности L и коэффициента трансформации K трансформатора.
18. Размерность и физический смысл параметров 4-полюсника
19. АЧХ и ФЧХ для RLC-четырёхполюсника ($C||\text{Вых}$).

20. АЧХ и ФЧХ интегрирующего RC-четырёхполюсника .
21. АЧХ и ФЧХ дифференцирующего RC-четырёхполюсника.
22. АЧХ и ФЧХ для RLC-четырёхполюсника ($L||\text{Вых}$)
23. В чем отличие преобразований Фурье и Лапласа?
24. Свойства δ -импульса (функции Дирака)
25. ВАХ биполярных и полевых транзисторов
26. Преобразование спектра сигнала при амплитудной модуляции
27. Механизмы модуляции сопротивления канала полевых транзисторов
28. Схема замещения биполярного транзистора
29. Тиратрон, тиристор и транзистор в качестве ключей
30. ВАХ туннельного диода, транзистора и тиристора.
31. Умножение сигналов с помощью дифференциального усилителя
32. Преимущества и недостатки использования АМ и ЧМ сигналов
33. Спектры непрерывных и дискретных сигналов.
34. Влияние отрицательной обратной связи (ООС) на характеристики усилителя.
35. Какие операции используются в импульсно-кодовой модуляции?
36. Критерий устойчивости систем с обратной связью
37. Преимущества дифференциального усилителя
38. Стабилизация амплитуды и частоты колебаний RC-генератора?

7.2.3. Вопросы и задания к контрольной работе №2

1. На каких основных положениях базируется зонная теория твердого тела? Зонные диаграммы металла и полупроводника (собственного и примесного).
2. Зонная диаграмма барьера Шоттки, p - n – перехода и биполярного транзистора.
3. Работа устройств на основе p-n - перехода (выпрямительного диода и моста).
4. Принципы работы и ВА- характеристики полупроводникового стабилизатора и варикапа.
5. Туннельный диод и генератор на его основе.
6. ВАХ идеальных ключа и выпрямителя
7. Выражения для крутизны S и внутреннего сопротивления r .
8. Уравнения нагрузочной характеристики для R_A и R_K
9. ВАХ идеальных выпрямителя и параметрического стабилизатора напряжения
10. Какими элементами замещается транзистор в схемах замещения? Выражения, связывающие $r_{\text{э}}$ и $r_K \cdot \beta_K$
11. Коэффициенты усиления каскадов ОЭ и ОК
12. Перечислить приборы с отрицательными участками ВАХ
13. Коэффициент усиления каскада ОЭДН (с общим эмиттером и динамической нагрузкой)
14. Преимущества дифференциального усилителя (ДУ) по сравнению с каскадом ОЭ

15. Какие 2 типа сигналов различают в ДУ?
16. Спектры прямоугольного импульса $P(t, T_{\text{и}})$ и δ -импульса $\delta(t)$.
17. Какие каскады включает в себя операционный усилитель (ОУ)?
18. Коэффициент передачи и условие устойчивости систем с обратными связями
19. При каких $K\beta$ работают гармонический и релаксационный генераторы?
20. С помощью каких элементов стабилизируют амплитуду и частоту гармонического генератора?
21. Найти $U_c(t)$ при переключении интегрирующей RC-цепи с E_1 на E_2 .
22. Какие операции включает в себя импульсно-кодовая модуляция?
23. Импульсная характеристика $h(t)$ оптимального фильтра для сигнала $x(t)$.
24. Условие отсутствия искажений при передаче сигнала через длинную линию.
25. Какая из характеристик волны не зависит от геометрии волновода?
26. Что происходит с волновым пакетом в диспергирующей среде?
27. Найти выражения для АЧХ и ФЧХ дифференцирующей RC-цепи.
28. Показать, что при внутреннем сопротивлении генератора $r_1 \neq 0$ отдаваемая генератором в нагрузку мощность максимальна при $R_n = r_1$.
29. Можно ли заменить транзистор парой диодов база-эмиттер и база-коллектор?
30. Найти спектр треугольного импульса, полученного сверткой 2-х одинаковых прямоугольных импульсов $P(t, T_{\text{и}})$
31. Вывести выражение для тока коллектора, при котором каскад с ОЭ имеет минимальные шумы (учитывать только тепловые и дробовые шумы).
32. Определить частоту резонанса ω_0 и добротность Q кварцевого резонатора, в схеме замещения которого $L=100$ мГн, $C=0.015$ пФ, $r=100$ Ом.
33. Счетчики и регистры.
34. Назначение и принцип действия триггера.
35. Назначение и принцип действия мультивибратора.
36. Назначение и принцип действия селектора импульсов.
37. Цифро-аналоговый преобразователь.
38. Основные блоки электронного осциллографа, объяснить принцип работы ЭЛТ (пользуясь его принципиальной схемой).
39. Вывести выражение для чувствительности электронного осциллографа по напряжению.

7.2.4. Итоговый контроль (вопросы к экзамену)

1. Основные задачи радиофизики. Общая схема радиосвязи.
2. Понятие «сигнала» в радиофизике. Принцип модуляции, роль гармонических колебаний в радиосвязи.
3. Виды модуляции сигнала, коэффициент модуляции.
4. Спектры периодических и непериодических сигналов, спектральная плотность $S(\omega)$ непериодического сигнала.
5. Символическое изображение составляющих сложного сигнала.

6. Активное и индуктивное сопротивления в цепи переменного тока, векторная диаграмма напряжений.
7. Конденсатор в цепи переменного тока, емкостное сопротивление, диаграмма напряжений.
8. Цепь переменного тока, содержащая последовательно включенные R , L , C . Полное сопротивление цепи переменному току. Фазы токов и напряжений, разность фаз φ .
9. Векторные диаграммы напряжений и сопротивлений последовательно соединенных R , L , C . Эквивалентное сопротивление.
10. Параллельное соединение элементов R , L , C в цепи переменного тока. Векторная диаграмма токов и проводимостей.
11. Применение метода векторных диаграмм для получения разности потенциалов с регулируемым сдвигом фаз.
12. Применение метода векторных диаграмм для определения условий выделения максимальной мощности в нагрузке.
13. Замена сложной цепи эквивалентной для установившегося синусоидального процесса.
14. Комплексные изображения физических величин – тока, напряжения, сопротивления.
15. Эквивалентная замена соединения треугольником соединением звездой.
16. Эквивалентная замена соединения звездой соединением треугольником.
17. Введение эквивалентного генератора при расчете сложной цепи.
18. Схема дифференцирования входного сигнала, точность выполнения операции дифференцирования.
19. Схема интегрирования входного сигнала, точность выполнения операции интегрирования.
20. Установившиеся процессы в цепи, содержащей последовательное соединение источника переменной ЭДС и элементов R , L , C . Резонанс напряжений.
21. Резонанс токов - параллельный резонанс.
22. Эквивалентное характеристическое сопротивление колебательного контура и зависимость его от частоты. Использование резонанса токов.
23. Резонансные кривые для последовательного контура и зависимость вида их от частоты и добротности контура.
24. Установившиеся процессы в четырехполюсниках. Коэффициент передачи четырехполюсника, частотная и фазовая характеристики.
25. Коэффициент передачи и амплитудно-частотная характеристики RC-фильтра.
26. RCL – фильтры электрических колебаний, коэффициенты передачи K_L и K_C для RCL –четырехполюсника.
27. Параллельный контур в виде четырехполюсника, коэффициенты передачи K_Z . Сопротивление Z_{11} параллельного контура.

28. Сопротивление Z_{11} параллельного контура и токи при резонансе. Амплитудно-частотные характеристики. Особенность параллельного контура и его использование.
29. Ширина полосы пропускания частот и зависимость его от добротности контура. Условие возникновения свободных колебаний в контуре.
30. Уравнения Кирхгофа для связанных контуров. Виды связи в контурах. Эквивалентное сопротивление контура.
31. Условие резонанса в связанных контурах, коэффициент связи k , резонансные кривые при различных коэффициентах k .
32. Переходные процессы в линейных цепях с конденсатором. Решение уравнения Кирхгофа для процесса зарядки конденсатора.
33. Переходные процессы в линейных цепях с конденсатором. Решение уравнения Кирхгофа для процесса разрядки конденсатора.
34. Переходные процессы в цепи с $R L C$, подключенных к источнику постоянной ЭДС.
35. Изолированный атом как гиперболическая потенциальная яма для электронов, спектр энергии электронов в атоме. Следствия сближения атомов при образовании кристалла.
36. Образование энергетических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике.
37. Основные типы примесей в полупроводнике, примесные уровни и энергия их ионизации. Собственная и примесная проводимость.
38. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках.
39. Основные и неосновные носители заряда в полупроводнике, закон действующих масс. Зависимость электропроводности полупроводника от температуры, графическое определение ширины запрещенной зоны.
40. Причины существования работы выхода электронов из твердого тела. Внешняя и термодинамическая работа выхода. Зависимость работы выхода от состояния поверхности твердого тела.
41. Процессы переноса в неоднородном полупроводнике с одним типом проводимости, диффузионные и дрейфовые потоки, полная плотность тока через полупроводник.
42. Распределение электрического поля в объеме полупроводника при линейном и экспоненциальном распределении примеси, искривление энергетических зон.
43. Контакт двух полупроводников с разными типами проводимости, формирование р-п-перехода, симметричный и несимметричный переходы.
44. Процессы переноса носителей заряда через р-п-переход, плотность тока через р-п-переход при равновесии.
45. Вывод выражения для контактной разности потенциалов на р-п-переходе и высоты энергетического барьера для основных носителей заряда.
46. Зависимость высоты барьера на р-п-переходе и концентрации неосновных носителей заряда от внешнего напряжения.

47. Уравнение для вольт- амперной характеристики (ВАХ) для р-п-перехода, прямые и обратные ветви ВАХ, ток насыщения.
48. Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в области р-п-перехода.
49. Расчет толщины слоя объемного заряда в р-п-переходе. Барьерная ёмкость р-п-перехода и зависимость её от напряжения.
50. Специальные типы диодов, импульсные диоды, характер изменения напряжения и тока через диод при включении, выключении и переключении диода. Времена установления прямого падения напряжения на диоде и восстановления обратного сопротивления.
51. Стабилитроны (опорные диоды), напряжение стабилизации и виды пробоя в диоде. Схема включения стабилитрона.
52. Варикап- нелинейная емкость, его эквивалентная схема и добротность.
53. Туннельные диоды, зонная схема и ВАХ туннельного диода при равновесии, прямом и обратном смещениях. Быстродействие диода.
54. Структура и режимы работы биполярного транзистора.
55. Активный режим работы биполярного транзистора, электронные процессы в транзисторе. Схема включения с общей базой и коэффициент передачи тока эмиттера α .
56. Схема включения с транзистора общим эмиттером и коэффициент передачи тока базы β . Связь коэффициентов α и β .
57. Входные и выходные характеристики транзистора. Нагрузочная прямая и рабочая точка транзистора.
58. Структура и принцип работы полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. Входные и выходные характеристики полевого транзистора.
59. Структура и принцип работы полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами. Условные графические обозначения полевых транзисторов.
60. Виды и принцип работы и ВАХ тиристоры.
61. Усиление электрического сигнала, структурная схема усилительного каскада, коэффициент усиления. Усилитель постоянного тока.
62. Усилитель низкой частоты. Режимы работы транзистора.
63. Роль источника постоянного смещения базы транзистора, варианты подачи напряжения смещения.
64. Электронные ключевые устройства и электронное реле.
65. Устройства с обратной связью, электронный стабилизатор напряжения.
66. Принцип действия и схема генератора гармонических колебаний.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из

текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий __10__ бал.
- активное участие на лекциях __15__ бал.
- 1. устный опрос, тестирование, коллоквиум __60__ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __15__ бал.

Физический практикум - Текущий контроль включает:
(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий и наличие конспекта __15__ бал.
- получение допуска к выполнению работы __20__ бал.
- выполнение работы и отчета к ней __25__ бал.
- защита лабораторной работы __40__ бал.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Белокопытов Г.В. Основы радиофизики. – М.: ВШ, 1996
2. Минаев Е.И. Основы радиоэлектроники – М. : «Радио и связь», 1985
3. Каяцкас А.А. Основы радиоэлектроники – М. : ВШ, 1988
4. Основы радиофизики - Под ред. Логинова А.С – М.: УРСС, 1996
5. Потемкин В.В. Радиофизика - М.: МГУ, 1988
6. Догадин, Николай Борисович. Основы радиотехники : учеб. пособие / Догадин, Николай Борисович. - СПб. и др. : Лань, 2007. - 270 с.
7. Бороздов В.М. Основы радиоэлектроники – Минск , БГУ, 2003

б) дополнительная литература:

1. Николаенко М.Н. Самоучитель по радиоэлектронике - М.: НТ Пресс, 2006
2. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи. - М.: Высшая школа, 2000.
3. 5. Молчанов А.П., Занадворов П.Н. Курс электротехники и радиотехники – М.: Наука, 1969
4. Федотов Я.Ф. Основы физики полупроводниковых приборов. - М.: Высшая школа, 1970
5. Епифанов Г.И. Физические основы микроэлектроники. - М.: Высшая школа, 1987
6. Джонс М.Х. Электроника. Практический курс. - М.: ВШ, 2000. – 527 с.

7. Пассивные элементы радиоэлектронной аппаратуры : метод. пособие. Ч.2 : Индуктивные элементы электронной аппаратуры / [сост.; Н.В.Офицерова и др.]. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2011. - 28-50.
8. Плотников А.И. Радиофизика и электроника. УМП. - Кемерово: Кузбассвуиздат, 2007, 68 с.; электронная версия на сервере факультета.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Издательства «Радиотехника», научно-техническая литература, журналы «Радиотехника», «Успехи современной радиоэлектроники», «Биомедицинская радиоэлектроника» и др. E-mail: info@radiotec.ru.
2. . Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
3. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
4. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
5. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
6. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторных занятиях.
Лабораторные занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Работа с конспектом лекций, с литературными источниками и с описаниями к лабораторным работам. Получение допуска к выполнению лабораторной работы, выполнение измерений (упражнений) и расчетно-графических заданий к работе, использование средств вычислительной техники при статистической обработке результатов измерений и

	расчетах. Составление отчета по работе. Просмотр рекомендуемой литературы, подготовка ответов к контрольным вопросам и защита работы.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к лабораторным работам (получение допуска к работам), подготовка к лабораторным занятиям включает проработку материалов лекций, рекомендованной учебной литературы.
- оформления лабораторно-практических работ (выполнение вычислений и расчетов, заполнение таблиц, построение графиков, написание выводов);
- подготовки к защите лабораторных работ;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины;
- обязательное посещение лекций ведущего преподавателя;
- лекции – основное методическое руководство при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом структурированное и скорректированное на современный материал;
- в лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются главные проблемы темы;
- в лекции даются необходимые разные подходы к исследуемым проблемам.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

1. Закрепление теоретического материала и ознакомление с физическими принципами работы базовых радиоэлектронных цепей и схем, приобрете-

ние практических навыков работы с основными радиотехническими приборами, монтажа и наладки несложных радиоэлектронных устройств обеспечивается проведением лабораторного практикума, проводимого в специализированной лаборатории 1-13 «Физические основы электротехники и радиоэлектроники» кафедры Физической электроники. Лаборатория оснащена современными радиоэлектронными стендами и макетами, источниками питания и генераторами, контрольно – измерительными приборами и необходимыми электро- и радиоэлементами.

2. При проведении расчетов и обработке экспериментальных данных студенты могут использовать компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
3. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.