



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**  
**И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

Кафедра физической электроники

Образовательная программа  
03.03.02 – Физика

Профили подготовки:  
Медицинская физика

Уровень высшего образования:  
Бакалавриат

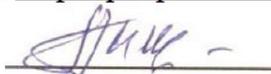
Форма обучения: Очная

Статус дисциплины: Базовая

Махачкала, 2021 год

Рабочая программа дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 – Физика, от «7» августа 2020 г., № 891.

Разработчик(и): кафедра физической электроники, Алiev И.Ш. к.ф-м.н., доцент



Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» мая 2021 г., протокол № 9.

Зав. кафедрой



Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» июня 2021 г., протокол №10.

Председатель\_\_



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «9» июля 2021 г.



Гасангаджиева А.Г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» входит в базовую, 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 медицинских электронных элементах, устройствах и преобразователях, применяемых в физическом эксперименте, в медицинской и биомедицинской технике. В курсе «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» студент должен получить сведения о принципах работы основных медицинских электронных устройств и преобразователей, приобрести навыки работы с основными медицинскими и биотехническими приборами, монтажа и наладки несложных биомедицинских электронных 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 электронных схем, чтению схем, ознакомить с современной элементной базой биомедицинской электроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *универсальной* УК-3, *общепрофессиональных*: ОПК-1, ОПК-3; *профессиональных*: ПК-3, ПК-8.

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 *4 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	лекции	из них					
			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
6	144	86	34	52				22+36	экзамен

**1. Цели освоения дисциплины** «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» является обучение студентов основам знаний, необходимых для грамотного использования современной электронной измерительной и медицинской аппаратуры, предназначенной для научных исследований и использования в практическом здравоохранении.

**Задачи дисциплины:**

- ознакомить с современной элементной базой медицинской электроники;
- дать сведения о принципах работы основных биомедицинских электронных устройств;
- формирование у студентов умения оценивать возможности применения электронных устройств и измерительных преобразователей в физическом эксперименте и медицинской технике;
- получение умений и навыков работы с электронно-измерительной медицинской аппаратурой, освоении элементов современной интегральной схемотехники;
- получение практических навыков монтажа и наладки несложных радиоэлектронных устройств;
- научить студентов методам чтения и расчета электронных схем.

**2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата**

Дисциплина «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика и профилю подготовки Медицинская физика.

*Для изучения дисциплины* Медицинская электроника и измерительные преобразователи» 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 Медицинская электроника и измерительные преобразователи», не оторван от других дисциплин. Наоборот, существуют междисциплинарные связи с такими частями и разделами физики, как «Переменный электрический ток», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Колебания и волны» и др.

Кафедра Физической электроники физического факультета ДГУ ведет подготовку специалистов по специализациям «Фундаментальная физика», "Физическая электроника", "Медицинская физика", "Электроника и наноэлектроника". Профиль подготовки тесно связан с ведущимися на кафедре НИР, особенностью которых является широкое использование методов элект-

троники и цифровой техники в экспериментальных комплексах. Дисциплина «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» связана с аппаратным и метрологическим обеспечением физического эксперимента, закладывает основы для дальнейшего обучения на специализациях факультета. Материал, изучаемый в дисциплине «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» может использоваться студентами направления Физика при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, например: «Физика газового разряда», «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 «Медицинская электроника и измерительные преобразователи», будет полезен при изучении дисциплин, связанных с вопросами применения электронных устройств и преобразователей при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с изготовлением и эксплуатацией электронных устройств и экспериментальных установок.

Полученные в результате освоения данной дисциплины знания и навыки могут быть непосредственно использованы обучаемым при выполнении квалификационной работы бакалавра и в последующей профессиональной деятельности.

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
<b>УК-3.</b>	способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	<p><b>Знает:</b> общие формы организации деятельности коллектива; основы стратегического планирования работы коллектива для достижения поставленной цели.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками постановки цели в условиях командой работы.</p>
<b>ОПК-1.</b>	способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	<p><b>Знает:</b> - физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники.</p> <p><b>Умеет:</b> - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе</p>

		<p>профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научнотехническую литературу с учетом зарубежного опыта.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем.</li> </ul>
<b>ОПК-3.</b>	способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать для решения задач профессиональной деятельности	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации из различных источников и баз данных в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационнокоммуникационных технологий.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте</li> </ul>
<b>ПК-3.</b>	способен осваивать и использовать базовые научно теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	<p><b>Знает:</b></p> <p>содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научнометодических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.)</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>анализировать базовые предметные научнотеоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов.</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p>
<b>ПК-8.</b>	Способен проводить работы	<b>Знает:</b>



Модуль 1. Основные группы медицинских электронных приборов и датчиков									
1	<b>Предмет электроники и этапы её развития.</b> Предмет и направления электроники. Важнейшие открытия, способствовавшие развитию электроники и этапы развития её элементной базы. Предмет медицинской электроники. Основные группы медико-биологических электронных приборов и аппаратов. Классификация электронных приборов и аппаратов по назначению, по виду используемой энергии, по положению в спектре электромагнитных колебаний. Электробезопасность электро медицинской аппаратуры. Действие электрического тока на организм, основные требования при обеспечении безопасности аппаратуры и способы защиты.	7	1	2		3		2	Допуск к лабораторным работам, разбор отдельных вопросов
2	<b>Электроды для съема биоэлектрического сигнала.</b> Структурная схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации. Электроды для съема биоэлектрического сигнала, виды электродов, требования, предъявляемые к электродам. Эквивалентная электрическая схема контура съема биомедицинского сигнала, полезная часть сигнала и потери. Меры по уменьшению потерь полезной информации.	7	2	2		3		2	Допуск к лабораторным работам, разбор отдельных вопросов
3	<b>Датчики медико-биологической информации,</b> классификация датчиков по виду энергии, используемой как носитель информации и измеряемой физической величине. Параметры датчиков (чувствительность, предел и порог	7	3	2		3		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов

	чувствительности, время релаксации, постоянная времени и др.). Характеристики датчиков (функция преобразования, временные, частотные и др.) Динамические характеристики датчиков (переходная, амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная и др.).								
4	<b>Типы и конструкции датчиков.</b> Типы активных (генераторных) датчиков и явления, на которых основаны их действия. Типы пассивных (параметрических) датчиков. Классификация датчиков по количеству воспринимаемых и преобразуемых величин, по количество ступеней преобразований, по технологии изготовления. Конструкции некоторых простейших датчиков, используемых в медицине. Биодатчики для диагностики заболеваний и контроля процессов их протекания, роль чувствительного биологического элемента.	7	4	2		3		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
5	<b>Электрохимические, ионизационные и пленочные преобразователи.</b> Принципы действия электрохимических преобразователей с потенциометрическими, амперометрическими, кондуктометрическими и другими цепями. Принцип действия ионизационного преобразователя (рН-метра). Принцип действия пленочных датчиков газов (СО, СО <sub>2</sub> , метан, Н <sub>2</sub> ...). Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин (давления, температуры, влажности, емкости, освещенности ...) Аналоговые устройства отображения и регистрации биомедицинской информации и принципы их действия. Передача биомедицинского сигнала, радиотелеметрия и эндорадиозондирование.	7	5	2		4		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
	<i>Итого по модулю 1</i>			10		16		10	
<b>Модуль 2. Элементы электрических цепей и физики полупроводников</b>									

6	<b>Элементы электрических цепей и источники питания</b> Элементы электрических цепей, их свойства и условные обозначения. Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники. Источники питания и нагрузочные характеристики. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока, их свойства и условные обозначения. Различные режимы работы источника питания - холостого хода и короткого замыкания, номинальный и согласованный режимы. Альтернативные датчики.	7	6	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
7	<b>Колебательные процессы в электрических цепях.</b> Принцип работы генератора синусоидальной ЭДС, схема простейшего генератора. Графическое изображение синусоидальных величин. Основные блоки электронного осциллографа и их назначение. Устройство и принцип действия электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Движение электронов в электронно-лучевой трубке, определение скорости и отклонения электронов в поле отклоняющих пластин ЭЛТ. Сложение колебаний одного направления, метод векторных диаграмм, амплитуда и начальная фаза результирующего колебания. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний, уравнение траектории результирующего колебания. Фигуры Лиссажу.	7	7	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
8	<b>Элементы зонной теории твердого тела.</b> Спектр энергии электронов в атоме. Следствия сближения атомов при образовании кристалла. Образование энерге-	7	8	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов

	<p>тических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в полупроводнике. Основные и неосновные носители заряда в полупроводнике, вывод закона действующих масс и определение концентрации неосновные носители заряда.</p>								
9	<p><b>Электропроводности полупроводников.</b> Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Графическое определение энергии термической активации. Причины существования работы выхода электронов из твердого тела. Внешняя и термодинамическая работа выхода. Зависимость работы выхода от состояния поверхности. Процессы переноса в неоднородном полупроводнике с одним типом проводимости, диффузионные и дрейфовые потоки.</p>		9	2		3		1	<p>Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов</p>
10	<p><b>Контактные явления в электронике.</b> Контакт металла с полупроводником, условия формирования невыпрямляющего (омического) и выпрямляющего (барьерного) контактов, их энергетические диаграммы, вольт-амперные характеристики (ВАХ) и применение. Выпрямляющий контакт металл - полупроводник (барьер Шоттки). Области барьера, зависимость ширины и высоты барьера от внешнего смещения, емкость барьера Шоттки. Энергетическая схема барьера Шоттки, процессы токо-</p>	7	10	2		3		1	<p>Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов</p>

	переноса при равновесии, прямом и обратном смещении (ВАХ), ток насыщения.								
11	<b>Электронно-дырочный переход.</b> Контакт двух полупроводников с разными типами проводимости, формирование р-п-перехода, симметричный и несимметричный переходы. Области р-п - перехода, процессы переноса. Вывод выражения для контактной разности потенциалов на р-п-переходе. Зависимость высоты барьера на р-п-переходе и концентрации неосновных носителей заряда от внешнего напряжения. Процессы переноса через равновесный р-п-переход, диффузионные и дрейфовые потоки, полная плотность тока через полупроводник. Уравнение для вольт-амперной характеристики (ВАХ) для р-п-перехода, прямые и обратные ветви ВАХ, ток насыщения.	7	11	2		3		1	
\	<i>Итого по модулю 2</i>			10		18		6	
<b>Модуль 3. Полупроводниковые электронные приборы</b>									
12	<b>Выпрямители переменного тока.</b> Основные элементы и характеристики выпрямителей переменного тока. Виды однофазных выпрямителей. Схема, принцип работы, параметры и характеристики однополупериодного выпрямителя. Схемы, принципы работы, параметры и характеристики двухполупериодных выпрямителей. Отличия схемы выпрямления Миткевича от мостовой схемы. Принцип действия сглаживающих фильтров в выпрямителях. Схемы включения RC и LC-фильтров.	7	12	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
13	<b>Емкостные свойства барьеров.</b> Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в областях р-п-перехода при термодинамическом равновесии. Толщи-	7	13	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных во-

	на слоя объемного заряда и барьерная ёмкость р-п-перехода, зависимость их от внешнего смещения $U$ . Вольт-ёмкостные (С-U) характеристики диода. Графическое определение параметров диода с помощью С-U- характеристик.								просов
14	<b>Специальные диоды.</b> Выпрямительные диоды и их классификация по технологии изготовления и электрической мощности. Параметры и характеристики диодов. Импульсные диоды, изменения напряжения и тока через диоды при переключении. Стабилитроны (опорные диоды), виды пробоя в диоде. Схема включения стабилитрона. Варикапы - нелинейные емкости. Эквивалентная схема варикапа, параметры и характеристики. Структура туннельного диода. Зонная схема и процессы токопрохождения при прямом и обратном включении туннельного диода.	7	14	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
15	<b>Структура и режимы работы биполярного транзистора.</b> Активный режим работы биполярного транзистора, электронные процессы в транзисторе. Схема включения с общей базой и коэффициент передачи тока эмиттера. Схемы включения транзистора, смещения переходов и связь токов через переходы. коэффициент передачи тока базы. Входные и выходные характеристики транзистора. Транзистор как усилитель электрического сигнала, коэффициент усиления по току, напряжению и мощности. Структурная схема усилительного каскада, коэффициенты усиления. Усилители постоянного тока и низкой частоты. Усилительные свойства биполярного транзистора при различных схемах включения. Особенности схемы с общим коллектором и его применение.	н	15	2		3		1	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
16	<b>Полевой транзистор.</b> Структура и принцип работы	н	16	2		3		1	Допуск и защита лабора-

	полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. Структура и принцип работы полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами типа МДП, использование эффекта поля. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики МДП - транзисторов. Условно-графические обозначения и схемы включения в электрическую цепь полевых транзисторов.							торных работ, разбор отдельных вопросов
17	<b>Параметры и характеристики тиристоров и усилителей.</b> Виды, структура и принцип работы тиристоров. Параметры и вольт-амперные характеристики тиристоров. Применение тиристоров в электронных устройствах. Виды усилителей биоэлектрических сигналов. Общая структурная схема усилителя, коэффициент усиления. Амплитудная характеристика усилителя, нелинейные искажения. Частотная характеристика усилителя, полоса пропускания.	7	17	2		3		1
	<i>Итого по модулю 3</i>			10		18		6
	Подготовка к экзамену						36	
	<i>Итого (144 часов)</i>			34		52	36	22

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

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### **Модуль 1. Основные группы медицинских электронных приборов и датчиков**

**Тема 1. Предмет электроники и медицинской электроники и этапы их развития.** Предмет и направления электроники. Важнейшие открытия, способствовавшие развитию электроники и этапы развития её элементной базы. Предмет медицинской электроники. Основные группы медико-биологических электронных приборов и аппаратов. Классификация электронных приборов и аппаратов по назначению, по виду используемой энергии, по положению в спектре электромагнитных колебаний. Электробезопасность электро медицинской аппаратуры. Действие

электрического тока на организм, основные требования при обеспечении безопасности аппаратуры и способы защиты.

**Тема 2. Электроды для съема биоэлектрического сигнала.** Структурная схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации Электроды для съема биоэлектрического сигнала, виды электродов, требования, предъявляемые к электродам. Эквивалентная электрическая схема контура съема биомедицинского сигнала, полезная часть сигнала и потери. Меры по уменьшению потерь полезной информации.

**Тема 3. Датчики медико-биологической информации,** классификация датчиков по виду энергии, используемой как носитель информации и измеряемой физической величине. Параметры датчиков (чувствительность, предел и порог чувствительности, время релаксации, постоянная времени и др.). Характеристики датчиков (функция преобразования, временные, частотные и др.) Динамические характеристики датчиков (переходная, амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная и др.).

**Тема 4. Типы и конструкции датчиков.** Типы активных (генераторных) датчиков и явления, на которых основаны их действия. Типы пассивных (параметрических) датчиков. Классификация датчиков по количеству воспринимаемых и преобразуемых величин, по количеству ступеней преобразований, по технологии изготовления. Конструкции некоторых простейших датчиков, используемых в медицине. Биодатчики для диагностики заболеваний и контроля процессов их протекания, роль чувствительного биологического элемента.

**Тема 5. Электрохимические, ионизационные и пленочные преобразователи.** Принципы действия электрохимических преобразователей с потенциометрическими, амперометрическими, кондуктометрическими и другими цепями. Принцип действия ионизационного преобразователя (рН-метра). Принцип действия пленочных датчиков газов (СО, СО<sub>2</sub>, метан, Н<sub>2</sub> ...). Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин (давления, температуры, влажности, емкости, освещенности ...) Аналоговые устройства отображения и регистрации биомедицинской информации и принципы их действия. Передача биомедицинского сигнала, радиотелеметрия и эндорадиозондирование.

## **Модуль 2. Элементы электрических цепей и физики полупроводников**

**Тема 6. Элементы электрических цепей и источники питания** Элементы электрических цепей, их свойства и условные обозначения. Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники. Источники питания и нагрузочные характеристики. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока, их свойства и условные обо-

значения. Различные режимы работы источника питания - холостого хода и короткого замыкания, номинальный и согласованный режимы.

**Тема 7. Колебательные процессы в электрических цепях.** Принцип работы генератора синусоидальной ЭДС, схема простейшего генератора. Графическое изображение синусоидальных величин. Основные блоки электронного осциллографа и их назначение. Устройство и принцип действия электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Движение электронов в электронно-лучевой трубке, определение скорости и отклонения электронов в поле отклоняющих пластин ЭЛТ. Сложение колебаний одного направления, метод векторных диаграмм, амплитуда и начальная фаза результирующего колебания. Сложение взаимноперпендикулярных колебаний, уравнение траектории результирующего колебания. Фигуры Лиссажу.

**Тема 8. Элементы зонной теории твердого тела.** Спектр энергии электронов в атоме. Следствия сближения атомов при образовании кристалла. Образование энергетических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в полупроводнике. Основные и неосновные носители заряда в полупроводнике, вывод закона действующих масс и определение концентрации неосновных носителей заряда.

**Тема 9. Электропроводности полупроводников.** Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Графическое определение энергии термической активации. Причины существования работы выхода электронов из твердого тела. Внешняя и термодинамическая работа выхода. Зависимость работы выхода от состояния поверхности. Процессы переноса в неоднородном полупроводнике с одним типом проводимости, диффузионные и дрейфовые потоки.

**Тема 10. Контактные явления в электронике.** Контакт металла с полупроводником, условия формирования невыпрямляющего (омического) и выпрямляющего (барьерного) контактов, их энергетические диаграммы, вольт-амперные характеристики (ВАХ) и применение. Выпрямляющий контакт металл - полупроводник (барьер Шоттки). Области барьера, зависимость ширины и высоты барьера от внешнего смещения, емкость барьера Шоттки. Энергетическая схема барьера Шоттки, процессы токопереноса при равновесии, прямом и обратном смещениях (ВАХ), ток насыщения.

**Тема 11. Электронно-дырочный переход.** Контакт двух полупроводников с разными типами проводимости, формирование р-п-перехода, симметричный и несимметричный переходы. Области р-п - перехода, процессы переноса. Вывод выражения для контактной разности потенциалов на р-п-переходе. Зависимость высоты барьера на р-п-переходе и концентрации неосновных носителей заряда от внешнего напряжения. Процессы переноса через равновесный р-п-переход, диффузионные и

дрейфовые потоки, полная плотность тока через полупроводник. Уравнение для вольт-амперной характеристики (ВАХ) для р-п-перехода, прямые и обратные ветви ВАХ, ток насыщения.

### **Модуль 3. Полупроводниковые электронные приборы**

**Тема 12. Выпрямители переменного тока.** Основные элементы и характеристики выпрямителей переменного тока. Виды однофазных выпрямителей. Схема, принцип работы, параметры и характеристики однополупериодного выпрямителя. Схемы, принципы работы, параметры и характеристики двухполупериодных выпрямителей. Отличия схемы выпрямления Миткевича от мостовой схемы. Принцип действия сглаживающих фильтров в выпрямителях. Схемы включения RC и LC-фильтров.

**Тема 13. Емкостные свойства барьеров.** Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в областях р-п-перехода при термодинамическом равновесии. Толщина слоя объемного заряда и барьерная ёмкость р-п-перехода, зависимость их от внешнего смещения  $U$ . Вольт-ёмкостные ( $C-U$ ) характеристики диода. Графическое определение параметров диода с помощью  $C-U$ -характеристик.

**Тема 14. Специальные диоды.** Выпрямительные диоды и их классификация по технологии изготовления и электрической мощности. Параметры и характеристики диодов. Импульсные диоды, изменения напряжения и тока через диоды при переключении. Стабилитроны (опорные диоды), виды пробоя в диоде. Схема включения стабилитрона. Варикапы - нелинейные емкости. Эквивалентная схема варикапа, параметры и характеристики. Структура туннельного диода. Зонная схема и процессы токопрохождения при прямом и обратном включении туннельного диода.

**Тема 15. Биполярный транзистор.** Структура и режимы работы биполярного транзистора. Активный режим работы биполярного транзистора, электронные процессы в транзисторе. Схема включения с общей базой и коэффициент передачи тока эмиттера. Схемы включения транзистора, смещения переходов и связь токов через переходы. коэффициент передачи тока базы. Входные и выходные характеристики транзистора. Транзистор как усилитель электрического сигнала, коэффициент усиления по току, напряжению и мощности. Структурная схема усилительного каскада, коэффициенты усиления. Усилители постоянного тока и низкой частоты. Усилительные свойства биполярного транзистора при различных схемах включения. Особенности схемы с общим коллектором и его применение.

**Тема 16. Полевой транзистор.** Структура и принцип работы полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора с управляющим р-п-переходом. Структура и принцип работы по-

левых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами типа МДП, использование эффекта поля. Схема подключения, входные и выходные вольт-амперные характеристики МДП - транзисторов. Условно-графические обозначения и схемы включения в электрическую цепь полевых транзисторов.

**Тема 17. Параметры и характеристики тиристоров и усилителей.** Виды, структура и принцип работы тиристоров. Параметры и вольт-амперные характеристики тиристоров. Применение тиристоров в электронных устройствах. Виды усилителей биоэлектрических сигналов. Общая структурная схема усилителя, коэффициент усиления. Амплитудная характеристика усилителя, нелинейные искажения. Частотная характеристика усилителя, полоса пропускания.

#### 4.3.3. Содержание лабораторно занятий по дисциплине.

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
<b>Модуль 1</b>		
Лабораторная работа № 1. Изучение лабораторных стендов ЛУЧ-1 и ЭЛЕКТРОНИКА		
Темы №4. Физические измерения.	Ознакомление с основными блоками лабораторных стендов ЛУЧ-1 и ЭЛЕКТРОНИКА, с их назначением, принципом действия, функциональными возможностями.	Получение представлений о возможностях лабораторных стендов и назначения их основных блоков, необходимых для дальнейшего выполнения лабораторного практикума.
Лабораторная работа № 2. Изучение работы электронного осциллографа		
Темы №2, 7. Спектры сигналов; устройства отображения и регистрации медицинской информации	Изучение назначения основных блоков осциллографа, их схем и принципов действия, методов измерения электрических величин.	Получение практических навыков работы с осциллографом и измерения некоторых электрических величин.
<b>Модуль 2</b>		
Лабораторная работа № 3. Исследование полупроводникового диода		
Темы №4, 9, 18, 19. Детекторы сигналов, датчики и измерительные преобразователи; физика р-п-перехода.	Ознакомление с основными параметрами и характеристиками полупроводниковых выпрямительных диодов и исследование их электрических свойств.	Получение представлений о свойствах полупроводникового диода. Развитие навыков проведения измерений, оформления таблиц и графиков.
Лабораторная работа № 4. Изучение работы однофазного выпрямителя.		
Темы № 19 - 21. Выпрямители переменного тока. Источники питания биомедицинской аппаратуры	Изучение принципов работы и сравнение основных параметров и характеристик однофазных выпрямителей	Представления об устройстве и принципах работы источников питания биомедицинской аппаратуры.

	переменного тока.	
<b>Модуль 3</b>		
Лабораторная работа № 5. Изучение характеристик частотно-избирательных цепей (фильтров).		
Темы №9,10. Альтернативные преобразователи сигналов.	Исследование частотной зависимости передаточных характеристик фильтров электрических сигналов.	Вычисление параметров различных фильтров, сравнение экспериментальных и теоретических результатов и выводы.
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.
<b>Модуль 4</b>		
Лабораторная работа № 7. Исследование основных логических элементов на транзисторах		
Тема 11. Основы цифровой электроники. Тема 20 Полупроводниковые устройства, режимы работы биполярного транзистора.	Исследование элементов цифровой электроники. Понятие и виды ключей. Логические элементы.	Сравнение состояний логических элементов И, ИЛИ и НЕ, составление таблиц возможных условных состояний элементов и выводы.
Лабораторная работа № 8. Исследование двухкаскадного транзисторного усилителя.		
Темы №12-14, 21. Барьерные структуры в полупроводниках и их применение для усиления биоэлектрических 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.
<b>Модуль 5</b>		
Лабораторная работа № 9. Ознакомление с работой RS-триггера, мультивибратора и одновибратора.		
Тема №17-21. Полупроводниковые приборы и устройства.	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 электронных схем с транзисторами в режимах переключения. Таблицы, выводы, защита работы.
Лабораторная работа № 10. Исследование операционного усилителя.		
Темы №7.Транзисторы и интегральные микросхемы. Тема 21.Усилители электрических сигналов	1. Исследование цепей с операционными усилителями (ОУ). Основные свойства операционных усилителей с инвертирующим и неинвертирующим вхо-	Таблицы, графики. Сравнение свойств ОУ с разными входами; выводы.

	дом.	
--	------	--

**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 кафедры биомедицинской аппаратуры (БИМАС) 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. Оптико-термические и рентгенографические мето-	Фронтальный опрос;

ды диагностики. Электромагнитные методы диагностики.	коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
2. Оптико-термические методы диагностики. Спектрофотометрия. Томография.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
3. Оптоакустические методы. Пульсоксиметрия. Капнография.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
4. Масс-спектрометрия. Жидкостная хроматография биомолекул. Калориметрические методы диагностики.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
5. Рентгеноструктурный анализ. Флюорография. Рентгенография.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
6. Электромагнитные методы диагностики и лечения. Физиотерапия. Методы контроля потенциалов и регистрации сопротивления.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
7. Энцефалография. Кардиография. Реография. Электромиография.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
8. Метод магнитного резонанса. Мониторинг дыхания и работы сердца.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
9. Комплексные микропроцессорные диагностические аппараты.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
10. Электронная тонометрия. УЗИ. Токи Фука о. Электронные зонды.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
11. Виды электрических сигналов. Сигналы переменного тока, протекание переменного тока через емкости и индуктивности. Простейшие RC - фильтры.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

12. Амплитудно-частотные характеристики RC-цепей первого порядка. Импульсные сигналы, их прохождение через RC-цепи первого порядка.	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. Семейства входных и выходных вольтамперных характеристик биполярных транзисторов, схемы включения.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
16. Полевые транзисторы, их принцип действия, вольтамперные характеристики и схемы включения.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
17. Принципы построения электронных усилителей постоянного и переменного токов. Обратная связь в усилителях.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
18. Понятие об операционном усилителе: структура, основные параметры. Частотные свойства операционных усилителей. Построение аналоговых электронных схем с применением операционных усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
19. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Сумматоры и дифференциальные усилители.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
20. Интеграторы и дифференциаторы на операционных усилителях. Активные фильтры.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
21. Генераторы сигналов на операционных усилителях.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
22. Функциональные преобразователи на основе операционных усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

23. Элементы и принципы построения цифровых электронных устройств. Понятие о цифровых устройствах.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
24. Введение в алгебру логики. Основные операции и законы алгебры логики	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
25. Комбинационные устройства и устройства с памятью. Принципы синтеза цифровых комбинационных устройств.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
26. Понятие о цифровых интегральных схемах. Интегральные схемы малой степени интеграции.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
27. 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
28. Двоичные счетчики, счетчики с заданным коэффициентом пересчета.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
29. Понятие регистра, регистр сдвига, счетчик Джонсона. Параллельные и последовательные регистры, понятие шины ЭВМ.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
30. Вопросы сопряжения цифровых и аналоговых устройств. Основные методы аналого-цифрового и цифроаналогового преобразования.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
31. Параметры аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей. Методы сопряжения ЭВМ с периферийными устройствами.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
32. Электронная медицинская аппаратура и техника медико - биологического эксперимента. Устройства съема медико-биологической информации.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
33. Введение в теорию электродов. Основные электрические характеристики электродов. Электроды для снятия биоэлектрических потенциалов.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
34. Усилители биопотенциалов, схемные решения и	Фронтальный опрос;

основные особенности, принципы построения малошумящих усилителей	коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
35. Измерительные преобразователи медицинской аппаратуры. Датчики температуры тела и среды. Датчики параметров системы дыхания.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
36. Датчики параметров сердечно-сосудистой системы. Погрешность устройств съема медико-биологической информации.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
37. Измерительные преобразователи лабораторных анализаторов. Измерительные преобразователи для исследования физико-механических, тепловых свойств биологических жидкостей и газовых сред.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
38. Измерительные преобразователи для исследования электрических и оптических свойств. Измерительные преобразователи ядерных излучений.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
39. Устройства отображения и регистрации медицинской информации. Классификация, основные требования.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
40. Электробезопасность электронно-медицинской аппаратуры. Основные технические решения, используемые при обеспечении гальванической развязки.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
41. Аппаратура для регистрации электрокардиограмм, реограмм, электроэнцефалограмм, электромиограмм. Кардиостимуляторы и дефибрилляторы. Аппаратура для измерения давления крови прямыми и косвенными методами.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
42. Аппаратурное оснащение отделений интенсивной терапии и реанимации.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
43. Мониторные системы. Индивидуальные носимые мониторы.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

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

**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 7 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение выполнения заданий по всему пройденному материалу.

## **7.1. Типовые контрольные задания**

### *7.1.1. 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  $\lambda$ ?
35. Колебательный контур состоит из конденсатора с площадью пластин по  $S$

- и катушки с индуктивностью  $L$ . Контур резонирует на длину волны  $\lambda$ . 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  $1 \text{ мкФ}$ , а амплитуда напряжения на нем  $10 \text{ В}$ . 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 к контрольной работе №1

1. Понятие информации. Электрический сигнал и медицинская информация.
2. Радио- и видеоимпульсы. Аналоговое и цифровое представление информации. Основные параметры цифрового сигнала.
3. Аналоговая и цифровая обработка информации в современных медицинских приборах и в аппаратуре для научных исследований.
4. Основные группы медицинских электронных приборов и аппаратов.
5. Диагностические электронные системы.
6. Лечебные электронные системы.
7. Радиоэлектронные цепи.
8. Классификация элементов и цепей.
9. Характеристики линейных и нелинейных элементов.
10. Цепи с сосредоточенными параметрами.
11. Цепи с распределенными параметрами.
12. Двухполосники и четырехполосники. Линейные двухполосники в цепи гармонического сигнала.
13. Источники напряжения и источники тока.
14. Резисторы  $R$ , конденсаторы  $C$  в цепи переменного тока.
15. Катушки индуктивности  $L$  в цепи переменного тока.
16. Последовательное соединение элементов  $R$ ,  $C$  и  $L$  в цепи переменного тока.
17. Параллельное соединение элементов  $R$ ,  $C$  и  $L$  в цепи переменного тока.
18. Комплексное представление переменного тока и напряжения.
19. Закон Ома, правила Кирхгофа. Импеданс цепи переменного тока.

20. Резонансные явления в цепи переменного тока. Резонанс напряжений и токов.
21. Отдача активной мощности реальным источником напряжения.
22. Действующее и среднее значения гармонического напряжения.
23. Фильтры электрических сигналов.
24. Размерность и физический смысл параметров 4-полюсника
25. АЧХ и ФЧХ для RLC-четырёхполюсника.
26. АЧХ и ФЧХ интегрирующего RC-четырёхполюсника.
27. АЧХ и ФЧХ дифференцирующего RC-четырёхполюсника.
28. АЧХ и ФЧХ для RLC-четырёхполюсника.

### 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. Собственные и примесные полупроводники.
3. Равновесные и неравновесные носители заряда в полупроводниках.
4. Явления переноса в полупроводниках.
5. Зонная диаграмма барьера Шоттки и p - n – перехода.
6. Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в p-n-переходе.
7. Ширина слоя объемного заряда и барьерная емкость p-n-перехода.
8. Вольтамперные и вольтемкостные характеристики полупроводникового диода.
9. Выражения для крутизны характеристики S и внутреннего сопротивления R диода.
10. Работа устройств на основе p-n - перехода (выпрямительного диода и моста).
11. Принципы работы и ВА- характеристики полупроводникового стабилизатора и варикапа.
12. Туннельный диод и генератор на его основе.
13. ВАХ идеальных ключа и выпрямителя
14. Структура и зонная схема биполярного транзистора.
15. Основные свойства и характеристики биполярный транзистора
16. Схемы включения транзисторов в цепь.
17. Расчет коэффициента усиления и импедансов усилительного каскада транзистора. Оценка частотной характеристики усилителя на биполярных транзисторах.
18. Конкретные примеры использования биполярных транзисторных структур в усилительных микросхемах медицинской аппаратуры.
19. Полевой транзистор с p-n-переходом, его структура и принцип работы.
20. Основные свойства и характеристики полевого транзистора с p-n-переходом.
21. Полевой МДП-транзистор, его структура и принцип работы.

22. Основные параметры и характеристики полевого МДП-транзистора.
23. Усилительные свойства полевых транзисторов. Оценка коэффициентов передачи усилительного каскада на полевом транзисторе, его входного и выходного импеданса.
24. Высокочастотные свойства усилительного каскада на полевом транзисторе. Примеры использования полевых транзисторных структур во входных микросхемах медицинских приборов.
25. Усилитель низкой частоты и усилитель постоянного тока, как основные типы аналоговых усилителей в медицинской технике.
26. Типы обратных связей в усилителях. Влияние обратных связей на коэффициент передачи усилителя.
27. Эмиттерный и истоковый повторители и их использование во входных каскадах усилительных микросхем.
28. Принцип работы операционной усилительной микросхемы. Не инвертирующий усилитель, инвертирующий усилитель. Коэффициент передачи инвертирующего и не инвертирующего усилителей.
29. Устройства отображения, регистрации и дистанционной передачи медицинской информации.
30. Системы приема и обработки медицинской информации СОМИ.
31. Принцип работы медицинских приборов, регистрирующих биопотенциалы.
32. Электроды для съема биоэлектрического сигнала и требования к ним.
33. Датчики медико-биологической информации. Характеристики датчиков.
34. Генераторы электрических колебаний и их классификация.
35. Лечебные электронные системы. Высокочастотная терапия.
36. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
37. Микроволновая и ультразвуковая терапия
38. Импульсные токи. Электростимуляция импульсными токами.
39. Магнито- и УВЧ-терапия.
40. Гальванизация, ионогальванизация (лечебный электрофорез).

**Тесты к промежуточному или итоговому контролю**  
(приводится часть тестов)

*Тема: Предмет электроники и ее направления*

№вопрос 1

**Заполните пропуск**

Аналоговая электроника охватывает электронные средства, которые предназначены для преобразования и обработки информации, изменяющейся по закону \_\_\_\_\_ функции

№да

непрерывной

№нет

периодической

№нет

кусочно-гладкой

№нет

дискретной

№вопрос1

*Заполните пропуск*

Цифровая электроника охватывает электронные средства, которые предназначены для преобразования и обработки информации, изменяющейся по закону \_\_\_\_\_ функции

№да

дискретной

№нет

периодической

№нет

кусочно-гладкой

№нет

непрерывной

№вопрос1

Какие электронные устройства могут обеспечить наибольшую точность отображения информации о реальной физической величине?

№да

аналоговые

№нет

цифровые

№нет

импульсные

№вопрос2

Недостатками аналоговых электронных устройств являются

№да

низкая помехоустойчивость

№да

нестабильность параметров

№нет

малое быстродействие

№нет

малая точность

№вопрос2

Недостатками цифровых электронных устройств являются

№да

малое быстродействие

№да

малая точность

№нет

низкая помехоустойчивость

№нет

нестабильность параметров

№вопрос2

Достоинствами цифровых электронных устройств (ЦЭУ) являются

№да

высокая помехоустойчивость

№да

высокая надежность

№да

возможность длительного хранения информации без ее потери

№да

экономическая эффективность, обусловленная высокой технологичностью и повторяемостью устройств

№да

совместимость с интегральной технологией

№нет

быстродействие

№нет

точность передачи информации

№вопрос2

Процесс преобразования исходной аналоговой информации в последовательность импульсов носит название *импульсной модуляции*. На практике наибольшее распространение получили три вида импульсной модуляции

№да

амплитудно-импульсная (АИМ)

№да

широотно-импульсная (ШИМ)

№да

фазо-импульсная (ФИМ)

№нет

частотная (ЧМ)

№нет

фазо-контрастная (ФКМ)

№вопрос1

*квантовая электроника* - раздел электроники, имеющий отношение к созданию и применению

№да

генераторов оптических колебаний (лазеров)

№нет

полупроводниковых фотоприемников

№нет

интегральных схем

№нет

пьезопреобразователей

## №вопрос1

*Акустоэлектроника* - раздел электроники, имеющий отношение к созданию и применению

№да

пьезопреобразователей

№нет

полупроводниковых фотоприемников

№нет

интегральных схем

№нет

генераторов оптических колебаний

№тема=Этапы развития электроники

## №вопрос2

Когда были созданы первые электронные лампы и началось промышленное развитие вакуумной электроники?

№да

в 1904 (англичанин Д.Флеминг создал первую электронную лампу (диод)

№да

в 1907 (американец Л. Форест получил триод, способный генерировать и усиливать электрические колебания)

№нет

в 1948 г. (американскими учеными был изобретен первый полупроводниковый усилительный прибор – транзистор)

№нет

в 1831 г (М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции)

## №вопрос1

Какое открытие способствовало бурному развитию *полупроводниковой электроники*?

№да

изобретение полупроводникового усилительного прибора – транзистора (1948 г, американские ученые Д.Бардин, У.Брайтен и У.Шокли)

№нет

изобретение электронной лампы (1907 г, США, Л.Форест)

№нет

создание интегральных схем (1958 г, США, Д.Килби, Р.Нойс)

## №вопрос1

*I поколение* электронных устройств (1904-1950 гг.) характеризуется тем, что основу элементной базы электронных устройств составляли

№да

электровакуумные приборы

№нет

резистивные, емкостные и индуктивные элементы

№нет

дискретные полупроводниковые приборы (диоды, транзисторы и тиристоры)

№нет

катушки и трансформаторы

№вопрос1

*II-е поколение ЭУ (1950 -начало 60-х годов)* характеризовалось применением в качестве основной элементной базы

№да

дискретных полупроводниковых приборов (диодов, транзисторов и тиристор-  
ров)

№нет

катушек и трансформаторов

№нет

электровакуумных приборов

№нет

резистивных, емкостных и индуктивных элементов

№нет

интегральных схем

*III-е поколение* электронных устройств (1960-1980 гг.) связано с бурным развитием микроэлектроники - раздела электроники, охватывающего исследование и разработку качественно нового типа электронных приборов -

№да

интегральных схем и принципов их применения

№нет

диодов, транзисторов, тиристоров и варисторов)

№нет

поверхностных акустических волноводов (ПАВ)

№нет

оптоволоконных устройств и квантовых генераторов

*IV поколение* (с 1980 г. и по настоящее время) характеризуется дальнейшей микроминиатюризацией электронных устройств на базе применения

№да

больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС), когда уже отдельные функциональные блоки выполняются в одной интегральной схеме

№нет

оптоволоконных устройств и квантовых генераторов

№нет

акустоэлектронных устройств на базе поверхностных акустических волн

№нет

мощных ускорителей элементарных частиц

№нет

сверхпроводящих керамических материалов

№тема=Медицинская электроника; устройства съема медико-биологической информации; датчики

№вопрос2

Что является *первичным элементом* устройств получения медико-биологической информации?

№да

чувствительный элемент (датчик)

№да

электроды

№нет

самописец

№нет

предварительный усилитель биопотенциала

№нет

колебательный контур

№вопрос1

Датчики являются элементом

№да

диагностических приборов

№нет

терапевтической аппаратуры

№нет

электростимуляторов

№нет

устройство отображения и регистрации информации

№вопрос2

*Генераторные* - это датчики, которые под воздействием измеряемого сигнала непосредственно генерируют напряжение или ток. К такому типу датчиков относятся

№да

пьезоэлектрические

№да

термоэлектрические

№да

индукционные

№да

фотоэлектрические

№нет

емкостные

№нет

реостатные

№нет

индуктивные

№вопрос2

*Параметрические* - это датчики, в которых под воздействием измеряемого сигнала изменяется какой-либо параметр. К такому типу датчиков относятся

№да

емкостные

№да

реостатные

№да

индуктивные

№нет

пьезоэлектрические

№нет

термоэлектрические

#### 7.2.4. Итоговый контроль (вопросы к экзамену)

1. Предмет и направления электроники.
2. Важнейшие открытия, способствовавшие развитию электроники и этапы развития её элементной базы.
3. Предмет медицинской электроники. Основные группы медико-биологических электронных приборов и аппаратов.
4. Классификация электронных приборов и аппаратов по назначению, по виду используемой энергии, по положению в спектре электромагнитных колебаний.
5. Электробезопасность электромедицинской аппаратуры. Действие электрического тока на организм, основные требования при обеспечении безопасности аппаратуры и способы защиты.
6. Структурная схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.
7. Электроды для съема биоэлектрического сигнала, виды электродов, требования, предъявляемые к электродам.
8. Эквивалентная электрическая схема контура съема биомедицинского сигнала, полезная часть сигнала и потери. Меры по уменьшению потерь полезной информации.
9. Датчики медико-биологической информации, классификация датчиков по виду энергии, используемой как носитель информации и измеряемой физической величине.
10. Параметры датчиков (чувствительность, предел и порог чувствительности, время релаксации, постоянная времени и др.).
11. Характеристики датчиков (функция преобразования, временные, частотные и др.)
12. Динамические характеристики датчиков (переходная, амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная и др.).
13. Типы активных (генераторных) датчиков и явления, на которых основаны их действия. Типы пассивных (параметрических) датчиков.
14. Классификация датчиков по количеству воспринимаемых и преобразуемых величин, по количеству ступеней преобразований, по технологии изготовления.

15. Конструкции некоторых простейших датчиков, используемых в медицине.
16. Биодатчики для диагностики заболеваний и контроля процессов их протекания, роль чувствительного биологического элемента.
17. Принципы действия электрохимических преобразователей с потенциометрическими, амперометрическими, кондуктометрическими и другими цепями.
18. Принцип действия ионизационного преобразователя (рН-метра).
19. Принцип действия пленочных датчиков газов ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , метан,  $\text{H}_2$  ...).
20. Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин (давления, температуры, влажности, емкости, освещенности ...)
21. Аналоговые устройства отображения и регистрации биомедицинской информации и принципы их действия.
22. Передача биомедицинского сигнала, радиотелеметрия и эндорадиозондирование.
23. Элементы электрических цепей, их свойства и условные обозначения. Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники.
24. Источники питания и нагрузочные характеристики. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока, их свойства и условные обозначения.
25. Различные режимы работы источника питания - холостого хода и короткого замыкания, номинальный и согласованный режимы.
26. Принцип работы генератора синусоидальной ЭДС, схема простейшего генератора. Графическое изображение синусоидальных величин.
27. Основные блоки электронного осциллографа и их назначение. Устройство и принцип действия электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).
28. Движение электронов в электронно-лучевой трубке, определение скорости и отклонения электронов в поле отклоняющих пластин ЭЛТ.
29. Сложение колебаний одного направления, метод векторных диаграмм, амплитуда и начальная фаза результирующего колебания.
30. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний, уравнение траектории результирующего колебания. Фигуры Лиссажу.
31. Элементы зонной теории твердого тела. Спектр энергии электронов в атоме. Следствия сближения атомов при образовании кристалла.
32. Образование энергетических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике.
33. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в полупроводнике.

34. Основные и неосновные носители заряда в полупроводнике, вывод закона действующих масс и определение концентрации неосновные носители заряда.

35. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Графическое определение энергии термической активации.

36. Причины существования работы выхода электронов из твердого тела. Внешняя и термодинамическая работа выхода. Зависимость работы выхода от состояния поверхности.

37. Процессы переноса в неоднородном полупроводнике с одним типом проводимости, диффузионные и дрейфовые потоки.

38. Контакт металла с полупроводником, условия формирования невыпрямляющего(омического) и выпрямляющего(барьерного) контактов, их энергетические диаграммы, вольт-амперные характеристики (ВАХ) и применение.

39. Выпрямляющий контакт металл - полупроводник (барьер Шоттки). Области барьера, зависимость ширины и высоты барьера от внешнего смещения, емкость барьера Шоттки.

40. Энергетическая схема барьера Шоттки, процессы токопереноса при равновесии, прямом и обратном смещениях (ВАХ), ток насыщения.

41. Контакт двух полупроводников с разными типами проводимости, формирование р-п-перехода, симметричный и несимметричный переходы. Области р-п - перехода, процессы переноса.

42. Вывод выражения для контактной разности потенциалов на р-п-переходе. Зависимость высоты барьера на р-п-переходе и концентрации неосновных носителей заряда от внешнего напряжения.

43. Процессы переноса через равновесный р-п-переход, диффузионные и дрейфовые потоки, полная плотность тока через полупроводник.

44. Уравнение для вольт- амперной характеристики (ВАХ) для р-п-перехода, прямые и обратные ветви ВАХ, ток насыщения.

45. Основные элементы и характеристики выпрямителей переменного тока. Виды однофазных выпрямителей.

46. Схема, принцип работы, параметры и характеристики однополупериодного выпрямителя.

47. Схемы, принципы работы, параметры и характеристики двухполупериодных выпрямителей. Отличия схемы выпрямления Миткевича от мостовой схемы.

48. Принцип действия сглаживающих фильтров в выпрямителях. Схемы включения RC и LC- фильтров.

49. Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в областях р-п-перехода при термодинамическом равновесии.

50. Толщина слоя объемного заряда и барьерная ёмкость р-п-перехода, зависимость их от внешнего смещения  $U$ .

51. Вольт-ёмкостные (C-U) характеристики диода. Графическое определение параметров диода с помощью C-U- характеристик.

52. Выпрямительные диоды и их классификация по технологии изготовления и электрической мощности. Параметры и характеристики диодов.

53. Импульсные диоды, изменения напряжения и тока через диоды при переключении.

54. Стабилитроны (опорные диоды), виды пробоя в диоде. Схема включения стабилитрона.

55. Варикапы - нелинейные емкости. Эквивалентная схема варикапа, параметры и характеристики.

56. Структура туннельного диода. Зонная схема и процессы токопрохождения при прямом и обратном включении туннельного диода.

57. Структура и режимы работы биполярного транзистора.

58. Активный режим работы биполярного транзистора, электронные процессы в транзисторе. Схема включения с общей базой и коэффициент передачи тока эмиттера.

59. Схемы включения транзистора, смещения переходов и связь токов через переходы. коэффициент передачи тока базы.

60. Входные и выходные характеристики транзистора. Транзистор как усилитель электрического сигнала, коэффициент усиления по току, напряжению и мощности.

61. Структурная схема усилительного каскада, коэффициенты усиления. Усилители постоянного тока и низкой частоты.

62. Усилительные свойства биполярного транзистора при различных схемах включения. Особенности схемы с общим коллектором и его применение.

63. Структура и принцип работы полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.

64. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.

65. Структура и принцип работы полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами типа МДП, использование эффекта поля.

66. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики МДП - транзисторов.

67. Условно-графические обозначения и схемы включения в электрическую цепь полевых транзисторов.

68. Виды, структура и принцип работы тиристоров. Параметры и вольт-амперные характеристики тиристоров. Применение тиристоров в электронных устройствах.

69. Виды усилителей биоэлектрических сигналов. Общая структурная схема усилителя, коэффициент усиления.

70. Амплитудная характеристика усилителя, нелинейные искажения. Частотная характеристика усилителя, полоса пропускания.

## **7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания зна-**

**ний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- выполнение и защита лабораторных работ – 50 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 40 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

▪ *Критерии оценок на курсовых экзаменах*

- В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.
- Ответы на все вопросы оцениваются максимум *100 баллами*.
- *Критерии оценок следующие:*
- - **100 баллов**– студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.
- - **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
- - **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
- - **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.
- - **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствует механическое заучивание материала.
- - **50 баллов**– в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.
- - **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.
- - **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- - **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.
- - **0 баллов** – нет ответа.
- Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.
- **Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:**
  - «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
  - «51 – 65» баллов – удовлетворительно
  - «66 - 85» баллов – хорошо
  - «86 - 100» баллов – отлично
  - «51 и выше» баллов – зачет

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса

### а) основная литература:

1. А.И. Ремизов, Медицинская и биологическая физика : учебник / А. Н. Ремизов. - М.: ГЭОТАР - Медиа, 2012. - 648 с.

2. Илюшов Г.С., Чагиров Б.И. Основы конструирования электронной медицинской техники. - С-Петербург, ЛЭТИ, 1994

3. **Бриндли, Кейт.** Измерительные преобразователи : Справ. пособие / Бриндли, Кейт ; Пер. с англ. Е.И.Сычева. - М.: Энергоатомиздат, 1991. -143 с.

4. Дж. Вебстер, Электрические измерения, обработка сигналов и отображение. М.: “Солон:Р”, 2004 г.-402 с.: ил.

5. Опадчий Ю.Ф., О.П. Глудкин, А.И. Гуров Аналоговая и цифровая электроника. <http://libgen.org> М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 768 с.

6. Дж. Фрайден, Современные датчики. Справочник.<http://libgen.org> М.: Техносфера, 2005. – 592 с.

7. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. <http://libgen.org> М.: Техносфера, 2007. – 384 с.

### б) дополнительная литература:

1. Электрическая схема регуляции процессов жизнедеятельности.- М.:МГУ, 1992.

2 Плонси Р., Барр Р. Биоэлектричество: Количественный подход .- М.:Мир, 1992.

3. Минаев Е.И. Основы радиоэлектроники – М. : «Радио и связь», 1985

4. Молчанов А.П., Занадворов П.Н. Курс электротехники и радиотехники – М.: Наука, 1969

5. Елифанов Г.И. Физические основы микроэлектроники. - М.: Высшая школа, 1987

6. Джонс М.Х. Электроника. Практический курс. - М.: ВШ, 2000

**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](mailto: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](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://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](http://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 практических работах.
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. Оформление реферата согласно принятой структуре и правилам.

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, приобретение практических навыков работы с основными электронными приборами, монтажа и наладки несложных радиоэлектронных устройств обеспечивается проведением лабораторного практикума, проводимого в специализированной лаборатории 1-13 «Физические основы электротехники и электроники» кафедры Физической электроники. Лаборатория оснащена современными электронными 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.