

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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 бакалавриата

03.03.02- Физика

Направленность (профиль) программы:

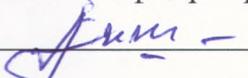
Медицинская физика

Форма обучения: *очная*

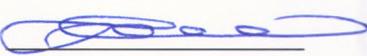
Статус дисциплины: *входит в часть, формируемую участниками образова-
тельных отношений*

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины Медицинская электроника и измерительные преобразователи составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – *бакалавриат* по направлению подготовки 03.03.02 – Физика, от «07» 08 2020 г. №891.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «3» марта 2022 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Ашурбеков Н.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022 г., протокол №7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» входит *часть, формируемую участниками образовательных отношений*, программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физикой 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							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем				КСП	консультации		
		Всего	лекции	из них					
Лабораторные занятия				Практические занятия					
7	144	80	32	48			28+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 электроники 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 и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	Б-УК-3.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели	Знает: общие формы организации деятельности коллектива; основы стратегического планирования работы коллектива для достижения поставленной цели. Умеет: организовать работу в проектной команде Владеет: навыками постановки цели в условиях командной работы.	Устный опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;
	Б-УК-3.2. При реализации сво-	Знает: психологию межличностных отношений в группах разного возрас-	

	<p>ей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников.</p>	<p>та.</p> <p>Умеет: создавать в коллективе психологически безопасную доброжелательную среду.</p> <p>Владеет: способами управления командной работой в решении поставленных задач.</p>	
	<p>Б-УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий в социальном взаимодействии и командной работе, и с учетом этого строит продуктивное взаимодействие в коллективе.</p>	<p>Знает: принципы формирования проектной команды и распределения сфер полномочий и ответственности между членами команды</p> <p>Умеет: учитывать в своей социальной и профессиональной деятельности интересы коллег; предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий.</p> <p>Владеет: Технологиями управления проектными командами</p>	
	<p>Б-УК-3.4. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели.</p>	<p>Знает: технологии сбора, анализа, обобщения и обмена информацией</p> <p>Умеет: планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды.</p> <p>Владеет: навыками преодоления возникающих в коллективе разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон.</p>	
	<p>Б-УК-3.5. Соблюдает нормы и установленные правила командной работы; несет личную ответственность за результат.</p>	<p>Знает: нормативные требования к организации работы в команде</p> <p>Умеет: анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели.</p> <p>Владеть: методами организации и управления коллективом.</p>	
ОПК-1.	ОПК-1.1.	Знает:	Устный

<p>Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;</p>	<p>Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира</p>	<p>- физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники. Умеет: - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. Владеет: - навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем</p>	<p>опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;</p>
	<p>ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: - основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; - новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности. Умеет: - реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. Владеет: - навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	
	<p>ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранных методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит</p>	<p>Знает: - основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы. Умеет: - выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достиже-</p>	

	необходимые коррективы.	ния оптимального результата. Владеет: - навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода	
ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Демонстрирует умения получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте	Знает: - 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. Умеет: - получать и использовать новые знания в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте, с использованием информационно-коммуникационных технологий. Владеет: -навыками использовать современные информационные технологии для приобретения новых знаний в области профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте	Устный опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;
	ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий	Знает: - типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в сфере профессиональной деятельности Умеет: - генерировать новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных и компьютерных технологий, средств коммуникаций Владеет: - навыками предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач с использованием современных информационных технологий	
	ОПК-3.3. Разрабатывает эффективные алгоритмы ре-	Знает: - основы информационных технологий, основные возможности и правила работы со стандартными про-	

	шения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования	граммными продуктами при решении профессиональных задач - методы вычислительной физики и математического моделирования Умеет: - разрабатывать эффективные алгоритмы решения инженерных задач с использованием современных языков программирования и математического моделирования Владеет: - навыками разрабатывать специализированные программные средства и методы математического моделирования для проведения исследований и решения инженерных задач	
	ОПК-3.4. Применяет специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.	Знает: - требования к программно-математическому обеспечению для эффективного проведения исследований и решения инженерных задач Умеет: - подобрать и применять наиболее оптимальное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач Владеет: -навыками применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач.	
ПК-3. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной дея-	ПК-3.1. Использует теоретические и практические знания для постановки и решения педагогических задач в предметной области и в области образования ПК-3.2. Способен соотносить основные этапы развития предметной области с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тен-	Знает: - 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, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.) Умеет: анализировать базовые предметные	Устный опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;

<p>тельности</p>	<p>денциями и перспективами ее современного развития ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций</p>	<p>научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов. Владеет: навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p>	
<p>ПК-8. Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации, проводить эксперименты и оформлять результаты</p>	<p>ПК-8.1. Способен собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проводить эксперименты и наблюдения, составлять отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов ПК-8.2. Способен применять полученные знания на практике для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает: методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений; критерии выбора методов и методик исследований. Умеет: проводить испытания, измерения и обработку результатов; регистрировать показания приборов; проводить расчёты критически анализировать результаты делать выводы. Владеет: выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований; выполнением оценки и обработки результатов исследования</p>	<p>Устный опрос, компьютерное тестирование, представление рефератов;</p>

	<p>ПК-8.3. Способен пользоваться современными методами обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в избранной области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-8.4. Способен строить математические модели физических процессов, задавать параметры и проводить моделирование физических задач</p>	<p>Знает: основы теории фундаментальных разделов физики; основные методы получения и исследования физических явлений, применяемые в отечественной и зарубежной практике; опыт лабораторных работ, требования техники безопасности; методы исследования, правила и условия выполнения работ, технических расчетов, оформления получаемых результатов.</p> <p>Уметь: составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий, моделировать основные процессы предстоящего исследования; выбирать оптимальные методы исследования;</p> <p>Владеть: навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>	
--	---	--	--

В результате освоения дисциплины «Медицинская электроника и измерительные преобразователи» обучающийся должен:

Знать физические основы работы электронных схем, типовую реализацию и назначение функциональных узлов аппаратуры медицинского назначения.

Уметь читать принципиальные электрические схемы медицинских электронных устройств диагностического и терапевтического назначения, выделять структурные взаимосвязи между функциональными блоками, оценивать характеристики узлов медицинской аппаратуры с позиций их соответствия решаемым задачам.

Владеть знаниями и навыками по синтезу устройств медицинской электроники на уровне функциональных блоков, электронных узлов на уровне принципиальных схем, уметь использовать специализированное программное обеспечение для моделирования работы и отладки типовых узлов аппаратуры биомедицинского назначения.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Самостоятельная работа в т.ч. зачет, экзамен	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...			
Модуль 1. Предмет электроники и медицинской электроники.									
Преобразователи физических величин									
1.	Предмет электроники и этапы её развития. Предмет медицинской электроники. Основные группы медико-биологических(МБ) электронных приборов и аппаратов..	7	2		2			Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов	
2.	Электроды для съема биоэлектрического сигнала. Структурная схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации, виды электродов.		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов	
3.	Датчики МБ - информации, классификация датчиков. Параметры и характеристики датчиков. Типы, конструкции и принципы действия датчиков.				4		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов	
4.	Электробезопасность электро медицинской аппаратуры. Действие электрического тока на организм, основные требования при обеспечении безопасности аппаратуры и способы защиты.		2		4		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов	
5.	Электрохимические, ионизационные и пленочные преобразователи. Принципы действия электрохимических преобразователей с потенциометрическими, амперометрическими, кондуктометрическими цепями, рН-метр.		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов	

6.	Принцип действия пленочных датчиков газов (СО, СО ₂ , метан, Н ₂ ...). Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин (давления, температуры, влажности, емкости, освещенности...)		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
			10		16		10	
Модуль 2. Элементы электрических цепей и физики полупроводников. Контактные явления в электронике.								
1.	Передача биомедицинского сигнала, радиотелеметрия и эндо радиозондирование. Общая схема радиосвязи. Принципы модуляции и детектирования.		2		2			Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
2.	Элементы электрических цепей и источники питания Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники. Режимы работы источника питания.		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
3.	Колебательные процессы в электрических цепях. Принцип работы генератора синусоидальной ЭДС, схема простейшего генератора. Различные представления синусоидальных величин. Устройство и принцип действия электронного осциллографа и электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Сложение колебаний.				4		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
4.	Элементы зонной теории твердого тела. Образование энергетических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике.		2		4		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов

5.	Электропроводности полупроводников. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Процессы переноса в неоднородном полупроводнике. с одним типом проводимости, диффузионные и дрейфовые потоки.		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
6.	Контактные явления в электронике. Контакт металла с полупроводником, условия формирования омического и выпрямляющего контактов, процессы токопереноса.		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
			10		16		10	
Модуль 3. Полупроводниковые электронные приборы								
1.	Электронно-дырочный переход. Области р-п - перехода, процессы переноса. Диффузионные и дрейфовые потоки, прямые и обратные токи, ток насыщения.		2		2			Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
2.	Выпрямители переменного тока. Схема, принцип работы, параметры и характеристики выпрямителей. Принцип действия сглаживающих фильтров в выпрямителях. Схемы включения RC и LC- фильтров.				2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
3.	Емкостные свойства барьеров. Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в областях р-п-перехода. Барьерная ёмкость р-п-перехода. Варикапы - нелинейные емкости. Эквивалентная схема варикапа, параметры и характеристики.		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов

4.	Специальные диоды. Параметры и характеристики выпрямительных и импульсных диодов, Стабилитроны (опорные диоды), виды пробоя в диоде. Зонная схема и процессы туннельного диоде. Структура и принцип работы тиристора.		2		2			Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
5.	Структура и режимы работы биполярного транзистора. Схемы смещения переходов и связь токов через переходы. Входные и выходные характеристики транзистора.				2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
6.	Транзистор как усилитель электрического сигнала, коэффициент усиления по току, напряжению и мощности. Структурная схема усилительного каскада, коэффициенты усиления. Усилители постоянного тока и низкой частоты.		2		2			Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
7.	Полевой транзистор. Структура и принцип работы полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом и с индуцированным и встроенным каналами. типа МДП, использование эффекта поля. Схемы подключения, входные и выходные ВАХ транзисторов..		2		2			Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов
8.	Усилители и генераторы электрические сигналов. Виды и характеристики усилителей биоэлектрических сигналов. Принципы работы и электрические схемы генераторов гармониче-		2		2		2	Допуск и защита лабораторных работ, разбор отдельных вопросов

	ских (LC-генератора) и релаксационных колебаний (мультивибратора).						
	Итого по модулю 3:		12		16		8
	Итого по модулю 4:					36	Экзамен
	Итого		32		48	36	28

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Основные группы медицинских электронных приборов Преобразователи физических величин.

Тема 1. Предмет электроники и медицинской 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 электромедицинской 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).

Тема 6. Полупроводниковые пленочные преобразователи. Конструкции и принципы действия пленочных датчиков газов (СО, СО₂, метан, Н₂ ...). Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин (давления, температуры, влажности, электроемкости, освещенности ...). Технологические методы, используемые при изготовлении полупроводниковых пленочных преобразователей.

Модуль 2. Элементы электрических цепей и физики полупроводников. Контактные явления в электронике.

Тема 7. Передача биомедицинского сигнала на расстояние. Радиотелеметрия и эндорадиозондирование. Общая схема радиосвязи. Принципы модуляции и детектирования. Модуляция и частотная селекция радиосигналов. Виды модуляции гармонических колебаний, модулирующая функция и коэффициент модуляции. Аналоговые устройства отображения и регистрации биомедицинской информации и принципы их действия.

Тема 8. 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 обозначения. Различные режимы работы источника питания - холостого хода и короткого замыкания, номинальный и согласованный режимы.

Тема 9. 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 от-

клоняющихся 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.

Тема 10. 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 11. 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 12. 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. Энергетическая схема барьера Шоттки, процессы токопереноса при равновесии, прямом и обратном смещениях (ВАХ), ток насыщения.

Модуль 3. Полупроводниковые приборы и их применение в медицинской электронике.

Тема 13. 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.

Тема 14. 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 15. Емкостные свойства барьеров. Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в областях p-n-перехода при термодинамическом равновесии. Толщина слоя объемного заряда и барьерная ёмкость p-n-перехода, зависимость их от внешнего смещения U. Вольт-ёмкостные (C-U) характеристики диода. Графическое определение параметров диода с помощью C-U- характеристик. Варикапы - нелинейные емкости. Эквивалентная схема варикапа, параметры и характеристики.

Тема 16. 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. Структура туннельного диода. Зонная схема и процессы токопрохождения при прямом и обратном включении туннельного диода. Виды, структура и принцип работы тиристоров. Параметры и вольт- амперные характеристики тиристоров. Применение тиристоров в электронных устройствах.

Тема 17. 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.

Тема 18. 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 схем с общей базой, с общим эмиттером и с общим коллектором, и их применение в электронных приборах.

Тема 19. Полевой транзистор. Структура и принцип работы полевого транзистора с управляющим p-n-переходом. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора с управля-

ющим 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.

Тема 20. Усилители и генераторы электрических сигналов. Виды усилителей биоэлектрических сигналов. Общая структурная схема усилителя, коэффициент усиления. Амплитудная характеристика усилителя, нелинейные искажения. Частотная характеристика усилителя, полоса пропускания. Генераторы электрических колебаний. Структурная и принципиальная схемы LC-генератора гармонических колебаний. Принцип работы и электрическая схема генератора релаксационных колебаний(мультивибратора).

4.3.2. Содержание лабораторно занятий по дисциплине.

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль 1		
Лабораторная работа № 1. Изучение лабораторных стендов ЛУЧ-1 и ЭЛЕКТРОНИКА		
Тема 2. Структурная схема сѐма, передачи и регистрации медико-биологической информации. Тема 8. Элементы электрических цепей и источники питания.	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 (ЭО)		
Тема 7. Спектры сигналов; устройства отображения и регистрации медицинской информации. Тема 9. Колебательные процессы в электрических цепях.	Изучение назначения основных блоков осциллографа, их схем и принципов действия, методов измерения электрических величин. Принцип работы ЭЛТ и определение его чувствительности.	Получение представлений о назначении основных блоков ЭО и о понятиях «развертка», «синхронизация», «усиление», «чувствительность» и о методах измерения электрических величин с помощью ЭО.
Лабораторная работа № 3. Наблюдение сложения колебаний с помощью осциллографа		
Тема 7. Спектры сигналов; устройства отображения и регистрации медицинской информации. Тема 9. Колебательные процессы в электрических цепях.	Изучение сложения двух колебаний одного направления и взаимно перпендикулярных колебаний. Определение разности фаз между ними.	Получение практических навыков работы с ЭО и представлений о сложении гармонических колебаний.
Лабораторная работа № 4. Исследование полупроводникового диода		

Темы № 5,6. Преобразователи физических величин. Темы № 12, 13. Контактные явления в электронике.	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 № 5. Изучение работы однофазного выпрямителя.		
Темы № 8, 14. Выпрямители переменного тока. Источники питания биомедицинской аппаратуры	Изучение принципов работы и сравнение основных параметров и характеристик однофазных выпрямителей переменного тока.	Представления об устройстве и принципах работы источников питания электронных приборов.
Модуль 2		
Лабораторная работа № 6. Изучение характеристик частотно-избирательных цепей (фильтров).		
Темы №8,9. Элементы электрических цепей и источники питания. Колебательные процессы в электрических цепях	Исследование частотной зависимости передаточных характеристик фильтров электрических сигналов.	Вычисление параметров различных фильтров, сравнение экспериментальных и теоретических результатов и выводы.
Лабораторная работа № 6. Снятие вольтамперных характеристик нелинейных элементов на постоянном токе		
Тема 8,9. Элементы электрических цепей и источники питания. Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники	Ознакомление с основными параметрами НЭ, графическими методами анализа нелинейных цепей и методами снятия ВАХ нелинейных элементов.	Получение навыков графического анализа нелинейных цепей и снятия ВАХ нелинейных элементов
Лабораторная работа № 7. Исследование управляемых выпрямителей и тиристорных регуляторов.		
Темы №12-16. Барьерные структуры в полупроводниках и их применение в электронных устройствах	Ознакомление со структурой, с принципом работы и основными параметрами и характеристиками тиристора, с примерами применения его в качестве переключающего устройства и регулятора переменного напряжения	Получение представлений о принципе работы тиристора и возможностях применения его в электронных устройствах.
Модуль 3		
Лабораторная работа № 8. Исследование двухкаскадного транзисторного усилителя.		
Темы №17,18. Биполярные транзисторы как усилители электрических сигналов.	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 № 9 Ознакомление с работой RS-триггера и мультивибратора.		
. Тема 20. Параметры и характеристики и усилителей и генераторов.	Определение частоты переключений мультивибратора и исследование влияния на неё величин ёмкостей в обратных связях.	Получение представлений о функциональных возможностях электронных схем с транзи-

		сторонами в режимах переключения. Таблицы, выводы, защита работы.
Лабораторная работа № 10. Исследование операционного усилителя.		
. Тема 20. Усилители электрических сигналов	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 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. Электромагнитные методы диагностики и лечения. Физиотерапия. Методы контроля потенциалов и регистрации сопротивления.	Фронтальный опрос; 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. Энцефалография. Кардиография. Реография. Электрмиография.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
7. Метод магнитного резонанса. Мониторинг дыхания и работы сердца.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
8. Электронная тонометрия. УЗИ. Токи Фуко. Электронные зонды.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
9. 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

10. 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
11. Полупроводниковые компоненты электронных схем. Диоды, вольт-амперная характеристика диодов.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
12. Классификация диодов, обозначение на электронных схемах. Основные схемы с применением диодов: выпрямители, диодные ограничители.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
13. Транзисторы. Семейства входных и выходных вольтамперных характеристик биполярных транзисторов, схемы включения.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
14. Полевые транзисторы, их принцип действия, вольтамперные характеристики и схемы включения.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
15. Принципы построения электронных усилителей постоянного и переменного токов. Обратная связь в усилителях.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
16. 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
17. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Сумматоры и дифференциальные усилители.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
18. Интеграторы и дифференциаторы на операционных усилителях. Активные фильтры.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
19. Генераторы сигналов на операционных усилителях.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
20. Функциональные преобразователи на основе операционных усилителей.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов

21. Электронная медицинская аппаратура и техника медико - биологического эксперимента. Устройства съема медико-биологической информации.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
22. Введение в теорию электродов. Основные электрические характеристики электродов. Электроды для снятия биоэлектрических потенциалов.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
23. Усилители биопотенциалов, схемные решения и основные особенности, принципы построения малошумящих усилителей	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
24. Измерительные преобразователи медицинской аппаратуры. Датчики температуры тела и среды. Датчики параметров системы дыхания.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
25. Датчики параметров сердечно-сосудистой системы. Погрешность устройств съема медико-биологической информации.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
26. 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
27. Измерительные преобразователи для исследования электрических и оптических свойств. Измерительные преобразователи ядерных излучений.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
28. Устройства отображения и регистрации медицинской информации. Классификация, основные требования.	Фронтальный опрос; коллективный разбор отдельных вопросов и обсуждение докладов
29. Электробезопасность электронно-медицинской аппаратуры. Основные технические решения, используемые при обеспечении гальванической развязки.	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 наиболее быстрого 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 движутся 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.

7.1.2. Вопросы к контрольной работе №1

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. Понятие информации. Электрический сигнал и медицинская информация.
6. Радио- и видеоимпульсы. Аналоговое и цифровое представление информации. Основные параметры цифрового сигнала.
7. Аналоговая и цифровая обработка информации в современных медицинских приборах и в аппаратуре для научных исследований.
8. Электробезопасность электро медицинской аппаратуры. Действие электрического тока на организм, основные требования при обеспечении безопасности аппаратуры и способы защиты.
9. Структурная схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации.
10. Электроды для съема биоэлектрического сигнала, виды электродов, требования, предъявляемые к электродам.
11. Эквивалентная электрическая схема контура съема биомедицинского сигнала, полезная часть сигнала и потери. Меры по уменьшению потерь полезной информации.
12. Датчики медико-биологической информации, классификация датчиков по виду энергии, используемой как носитель информации и измеряемой физической величине.

13. Параметры датчиков (чувствительность, предел и порог чувствительности, время релаксации, постоянная времени и др.).
14. Характеристики датчиков (функция преобразования, временные, частотные и др.)
15. Динамические характеристики датчиков (переходная, амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная и др.).
16. Типы активных (генераторных) датчиков и явления, на которых основаны их действия. Типы пассивных (параметрических) датчиков.
17. Классификация датчиков по количеству воспринимаемых и преобразуемых величин, по количеству ступеней преобразований, по технологии изготовления.
18. Конструкции некоторых простейших датчиков, используемых в медицине.
19. Биодатчики для диагностики заболеваний и контроля процессов их протекания, роль чувствительного биологического элемента.
20. Принципы действия электрохимических преобразователей с потенциометрическими, амперометрическими, кондуктометрическими и другими цепями.
21. Принцип действия ионизационного преобразователя (рН-метра).
22. Принцип действия пленочных датчиков газов (СО, СО₂, метан, Н₂ ...).
23. Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин: давления, температуры, влажности, емкости, освещенности
24. Аналоговые устройства отображения и регистрации биомедицинской информации и принципы их действия.
25. Передача биомедицинского сигнала, радиотелеметрия и эндорадиозондирование

7.1.3. Вопросы и задания к контрольной работе №2

1. Элементы электрических цепей, их свойства и условные обозначения. Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники.
2. Источники питания и нагрузочные характеристики. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока, их свойства и условные обозначения.
3. Различные режимы работы источника питания - холостого хода и короткого замыкания, номинальный и согласованный режимы.
4. Принцип работы генератора синусоидальной ЭДС, схема простейшего генератора. Графическое изображение синусоидальных величин.
5. Основные блоки электронного осциллографа и их назначение. Устройство и принцип действия электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).
 - а. 28. Движение электронов в электронно-лучевой трубке, определение скорости и отклонения электронов в поле отклоняющих пластин ЭЛТ.
6. Сложение колебаний одного направления, метод векторных диаграмм, амплитуда и начальная фаза результирующего колебания.
7. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний, уравнение траектории результирующего колебания. Фигуры Лиссажу.

8. Элементы зонной теории твердого тела. Спектр энергии электронов в атоме. Следствия сближения атомов при образовании кристалла.

9. Образование энергетических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике.

10. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в полупроводнике.

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

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

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

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

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

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

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

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

19. 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.

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

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

7.1.4. Вопросы и задания к контрольной работе №3

1. Основные элементы и характеристики выпрямителей переменного тока. Виды однофазных выпрямителей.
2. Схема, принцип работы, параметры и характеристики однополупериодного выпрямителя.
3. Схемы, принципы работы, параметры и характеристики двухполупериодного выпрямителя. Отличия схемы выпрямления Миткевича от мостовой схемы.

4. Принцип действия сглаживающих фильтров в выпрямителях. Схемы включения RC и LC- фильтров.
5. Распределения объемного заряда, напряженности поля и потенциала в областях p-n-перехода при термодинамическом равновесии.
6. Толщина слоя объемного заряда и барьерная ёмкость p-n-перехода, зависимость их от внешнего смещения U.
7. Вольт-ёмкостные (C-U) характеристики диода. Графическое определение параметров диода с помощью C-U- характеристик.
8. Выпрямительные диоды и их классификация по технологии изготовления и электрической мощности. Параметры и характеристики диодов.
9. Импульсные диоды, изменения напряжения и тока через диоды при переключении.
10. Стабилитроны (опорные диоды), виды пробоя в диоде. Схема включения стабилитрона.
11. Варикапы - нелинейные емкости. Эквивалентная схема варикапа, параметры и характеристики.
12. Структура туннельного диода. Зонная схема и процессы токопрохождения при прямом и обратном включении туннельного диода.
13. Структура и режимы работы биполярного транзистора.
14. Активный режим работы биполярного транзистора, электронные процессы в транзисторе. Схема включения с общей базой и коэффициент передачи тока эмиттера.
15. Схемы включения транзистора, смещения переходов и связь токов через переходы. коэффициент передачи тока базы.
16. Входные и выходные характеристики транзистора. Транзистор как усилитель электрического сигнала, коэффициент усиления по току, напряжению и мощности.
17. Структурная схема усилительного каскада, коэффициенты усиления. Усилители постоянного тока и низкой частоты.
18. Усилительные свойства биполярного транзистора при различных схемах включения. Особенности схемы с общим коллектором и его применение.
19. Структура и принцип работы полевого транзистора с управляющим p-n-переходом.
20. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора с управляющим p-n-переходом.
21. Структура и принцип работы полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами типа МДП, использование эффекта поля.
22. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики МДП - транзисторов.
23. Условно-графические обозначения и схемы включения в электрическую цепь полевых транзисторов.

24. Виды, структура и принцип работы тиристорov. Параметры и вольт-амперные характеристики тиристорov. Применение тиристорov в электронных устройствах.
25. Виды усилителей биоэлектрических сигналов. Общая структурная схема усилителя, коэффициент усиления.
26. Амплитудная характеристика усилителя, нелинейные искажения. Частотная характеристика усилителя, полоса пропускания.
27. Генераторы электрических колебаний. Структурная и принципиальная схемы LC-генератора гармонических колебаний.
28. Принцип работы и электрическая схема генератора релаксационных колебаний (мультивибратора).
29. Лечебные электронные системы. Высокочастотная терапия.
30. Низкочастотная физиотерапевтическая электронная аппаратура.
31. Микроволновая и ультразвуковая терапия
32. Импульсные токи. Электростимуляция импульсными токами.
33. Магнито- и УВЧ-терапия.
34. Гальванизация, ионогальванизация (лечебный электрофорез).

7.1.5. Варианты тестов к промежуточному или итоговому контролю
(часть вариантов)

ВАРИАНТ 1

1) Аналоговая электроника охватывает электронные средства, которые предназначены для преобразования и обработки информации, изменяющейся по закону

1. непрерывной функции
2. периодической функции
3. кусочно-гладкой функции
4. дискретной функции

2) *Акустоэлектроника* - раздел электроники, имеющий отношение к созданию и применению (два ответа)

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1. интегральных схем | 2. пьезопреобразователей |
| 3. фотодиодов | 4. тензодатчиков |
| | 5. транзисторов |

3) Датчики являются элементом

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. диагностических приборов | 2. терапевтической аппаратуры |
| 3. электростимуляторов | 4. устройства отображения |

4) В некоторых случаях датчики называют по измеряемой величине; так, например, тензометрический датчик (тензодатчик) - для измерения: (два ответа)

1. объема 2. перемещения 3. деформации 4. тока 5. давления

5) При помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии

1. нарушаются условия возбуждения генерации
2. изменяется резонансная частота колебаний колебательного контура генератора
3. изменяется собственная частота контура пациента

6) К области биотелеметрической связи *не относятся*

1. радиотелеметрия
2. средства эхолокации
3. эндорадиозондирование
4. устройства отображения и регистрации
5. средства радионавигации

7) Изменение какого параметра волн, воспринимаемой наблюдателем вследствие относительного движения источника волн и наблюдателя (приемника), называется Эффектом Доплера?

- | | |
|----------------------------|------------------|
| 1. направления поляризации | 2. интенсивности |
| 3. амплитуды | 4. частоты |
| | 5. фазы |

8) Для большинства медицинских электронных устройств терапевтического (лечебного) назначения в радиотехническом отношении характерно наличие

1. выпрямителей
2. генераторов сигналов
3. усилителей сигналов
4. стабилизаторов
5. трансформаторов

9) Усилитель включает в себя два каскада. Первый каскад имеет коэффициент усиления по напряжению 30, а второй - 40. Каков общий коэффициент усиления усилителя?

1. 70 2. 120 3. 1200 4. 7000

10) Спектр электрического сигнала - это есть (три ответа)

1. зависимость напряжения от времени
2. зависимость мощности от частоты
3. зависимость тока от напряжения
4. зависимость тока от частоты
5. зависимость напряжения от частоты
6. зависимость тока от времени;

11) Записать последовательность ЭМ-сигналов в порядке **увеличения их**

ЧАСТОТЫ

1. световые волны
2. гамма-излучение
3. звуковые волны
4. рентгеновские лучи
5. радиоволны

12) Автоколебательная -это

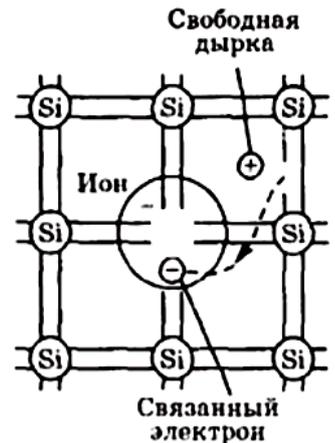
1. система, которая представлена самой себе после вывода из положения равновесия
2. система, которая сама управляет поступлением энергии от внешнего источника
3. система, которая усиливает слабый сигнал за счет энергии источника
4. система, которая не использует обратную связь

13) Нелинейным управляемым элементом в усилительном каскаде, как правило, *не является*

1. биполярный транзистор
2. полевой транзистор
3. интегральная схема
4. трансформатор

14) Неуказанным на рисунке химическим элементом является:

1. Si
2. P
3. V
4. He



15) Диффузионная длина электронов в р-области диода связана со временем жизни носителей соотношением

$$1. \frac{\mu_n}{D_n} = \frac{e}{k_B T} \quad 2. L_n = \sqrt{D_n \tau_n} \quad 3. R_{\text{эф}} = \frac{kT}{q(I + I_0)} \quad 4. L_D = (\epsilon \epsilon_0 kT / e^2 n)^{1/2}$$

16) Барьером Шоттки называется

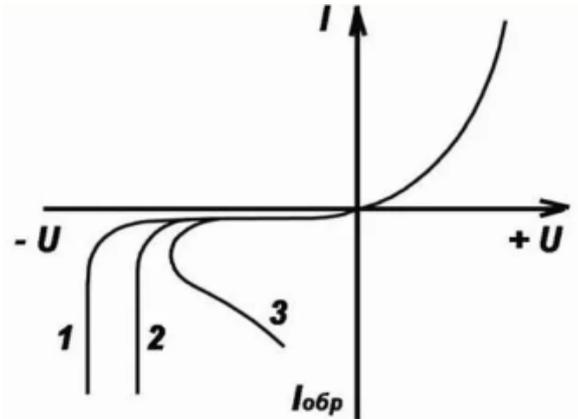
1. невыпрямляющий барьер Металл-Полупроводник
2. электронно-дырочный (или p-n-переход)
3. изотипный гетеропереход
4. анизотипный гетеропереход
5. выпрямляющий барьер Металл-Полупроводник

17) В двухслойной диодной структуре $p^+ - n$ - типа концентрации примесей удовлетворяет соотношению

1. $N_d \ll N_a$ 2. $N_d = N_a$ 3. $N_d = 0$ 4. $N_d \gg N_a$ 5. $N_d < N_a$

18) Туннельному пробую полупроводникового диода отвечает участок обратной ветви ВАХ (рис.)

1. 1 2. 2 3. 3
4. горизонтальный



19) Для каких носителей заряда в p-n-переходе в равновесном состоянии существует потенциальный барьер?

1. собственных 2. неосновных 3. инжектированных 4. основных

20) Плотность дрейфового электронного тока в полупроводнике выражается соотношением

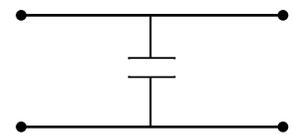
1. $\vec{v}_{\text{др. макс.}} = \vec{a}\tau = \frac{q\tau}{m^*} \vec{E}$ 2. $j_n = cU^{3/2}$ 3. $\vec{j}_{n\text{др}} = \frac{(-e)^2}{e} \mu_n n \vec{E} = e\mu_n n \vec{E}$ 4. $\vec{j}_{n\text{др}} = -e \vec{I}_{n\text{др}} = eD_n \vec{\nabla} n$

21) Вольт-амперная характеристика идеального диода имеет вид

1. $J_{\text{пр.}}(U) = J_s \left(\exp\left(\frac{eU}{mk_B T}\right) - 1 \right)$ 2. $j_s = \frac{eD_n n_{p0}}{L_n} \frac{dn}{dx}(-x_1) + \frac{eD_p p_{n0}}{L_p}$
3. $j = \left(\frac{eD_n n_{p0}}{L_n} \frac{dn}{dx}(-x_1) + \frac{eD_p p_{n0}}{L_p} \right) \left(\exp\left(\frac{eU}{k_B T}\right) - 1 \right)$ 4. $j_s = j_{n\text{др}}(x) = e\mu_n n(x) E_n$

22) На рисунке изображена схема фильтра

1. активно-индуктивного 2. емкостного
3. активно-емкостного 4. индуктивного



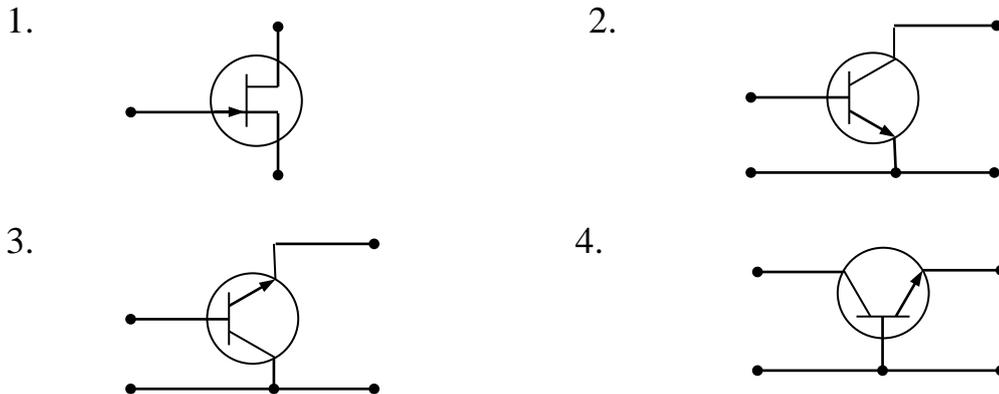
23) Лавинный пробой p-n-перехода происходит вследствие

1. термической генерации носителей заряда в ОПЗ перехода
2. туннелирования электронов сквозь энергетический барьер
3. ударной ионизации атомов в ОПЗ перехода
4. инжекции неосновных носителей заряда через барьер

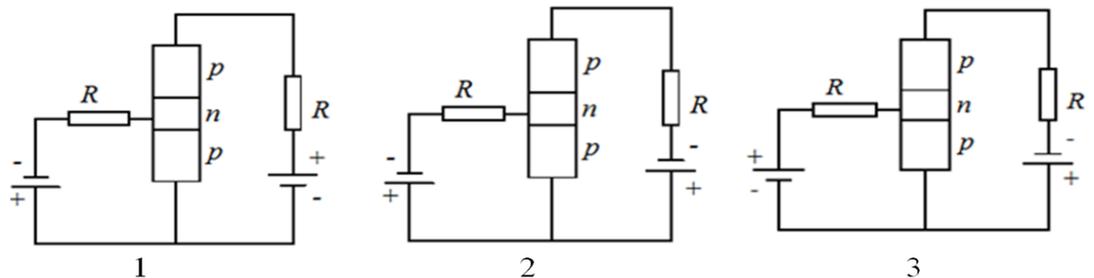
24) Прибор, имеющий два встречно включенных взаимодействующих р-п-перехода называется:

1. варистор
2. стабилитрон
3. полевой транзистор
4. биполярный транзистор
5. тиристор

25) Схеме включения полевого транзистора с р-п-переходом соответствует рисунок



26) Нормальный режим работы р-п-р-транзистора обеспечивается подключением источников напряжения, показанным на схеме:

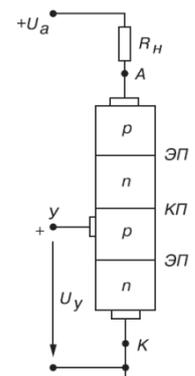


27) В усилителях *постоянного* тока нельзя связывать источник и приемник сигнала через трансформаторы и конденсаторы, потому что

1. они являются линейными элементами;
2. создают слишком большое напряжение на нагрузке;
3. не пропускают постоянную составляющую тока;
4. сильно искажают сигнал;
5. не пропускают переменную составляющую тока

28) На рисунке изображена структура

1. биполярного транзистора
2. триодного тиристора
3. динистора
4. выпрямительного диода
5. полевого транзистора с управляющим р-п-переходом



29) Электрод, служащий для регулирования поперечного сечения проводящего канала полевого транзистора, называют

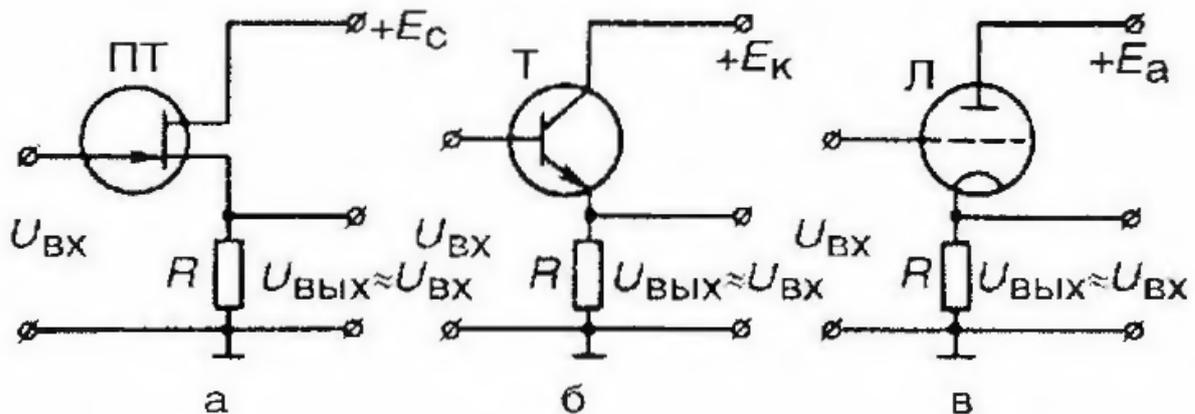
1. стоком 2. истоком 3. коллектором 4. затвором

30) Усиление в усилительном каскаде основано на преобразовании электрической энергии источника постоянной э. д. с. E в энергию выходного сигнала за счет изменения сопротивления управляемого элемента УЭ по закону, задаваемому сигналом

1. выходным 2. регистрирующего устройства
3. входным 4. обратной связи

31) На рисунке, а изображена схема электронного повторителя напряжения

1. стокового 2. истокового 3. катодного 4. эмиттерного



ВАРИАНТ 2

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

1. цифровые 2. аналоговые 3. импульсные 4. релейные

2) Когда были созданы первые *электронные лампы* и началось промышленное развитие *вакуумной электроники*? (два ответа)

1. В 1831 г (М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции)
2. в 1904 (англичанин Д.Флеминг создал первую электронную лампу (диод))
3. в 1907 (американец Л. Форест получил триод, способный генерировать и усиливать электрические колебания)

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

3) *Генераторные* - это датчики, которые под воздействием измеряемого сигнала непосредственно генерируют напряжение или ток. К такому типу датчиков не относятся (три ответа):

- | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. емкостные | 2. пьезоэлектрические | 3. термоэлектрические |
| 4. индуктивные | 5. индукционные | 6. фотоэлектрические |
| | 7. реостатные | |

4) В некоторых случаях датчики называют по измеряемой величине; так, например, резистивный датчик - для измерения

- | | | |
|---------------|----------------|------------------|
| 1. деформации | 2. давления | 3. сопротивления |
| 4. емкости | 5. перемещения | |

5) Назначение устройств *отображения* информации

1. представление медико-биологической информации в форме, удобной для
2. восприятия и дальнейшей обработки
3. преобразование световой энергии в энергию электрического тока
4. преобразование неэлектрических величин в электрические

6) Радиотелеметрию как вид связи между устройством съема и регистрирующим прибором широко *не используют*

1. в космических исследованиях для получения информации о состоянии космического корабля и его экипажа
2. в спортивной медицине для получения информации о физиологическом состоянии спортсмена во время упражнений
3. при подводных исследованиях для получения информации о состоянии подводного корабля (или батискафа) и его экипажа

7) Автоколебательная -это

1. система, которая представлена самой себе после вывода из положения равновесия
2. система, которая усиливает слабый сигнал за счет энергии источника
3. система, которая не использует обратную связь

4. система, которая сама управляет поступлением энергии от внешнего источника

8) Электроды в медицинских измерениях используются для

1. измерения неэлектрических параметров тканей организма
2. преобразования неэлектрической (механической, тепловой, оптической и др.) информации в электрическую
3. съема биоэлектрических потенциалов и измерения электропроводности тканей
4. усиление электрических сигналов

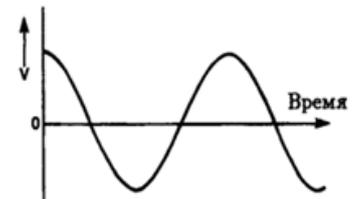
9) Основным назначением стабилизатора на рис. является компенсация

1. потерь на нагрузке
2. потерь мощности
3. потерь в трансформаторе
4. колебаний напряжения
5. изменений частоты



10) Число периодов синусоидального сигнала, показанных на рис. 1. равно

1. 2,5
2. 1,23
3. 1,5
4. 3



11) Простейший усилительный каскад содержит (3 ответа):

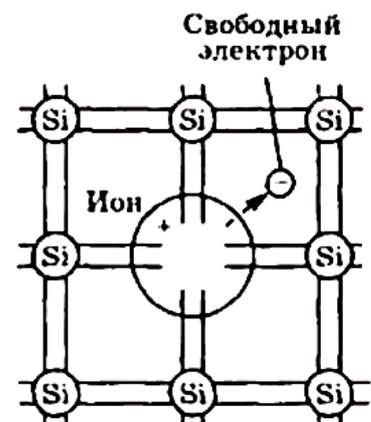
1. источник электрической энергии
2. модулятор
3. нелинейный управляемый элемент
4. детектор
4. нагрузку

12) Коэффициент усиления усилителя при изменении частоты электрического сигнала в пределах полосы пропускания (2 ответа)

1. меняется в пределах $(0,7 - 1)k_{\max}$
2. уменьшается
3. увеличивается
4. остаётся приблизительно постоянным

13) Неуказанным на рисунке химическим элементом является:

1. Si
2. P
3. B
4. He



14) Соотношение Эйнштейна в теории электропроводности полупроводников выражается соотношением

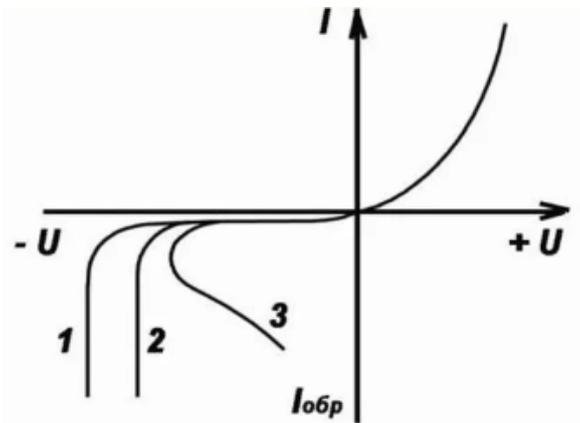
$$2. L_D = \sqrt{D_n \tau_n} \quad 2. \frac{\mu_n}{D_n} = \frac{e}{k_B T} \quad 3. L_D = (\epsilon \epsilon_0 k_B T / e^2 n)^{1/2} \quad 4. R_{\text{эф}} = \frac{k_B T}{q(I + I_0)}$$

15) В компенсированном полупроводнике концентрации примесей удовлетворяют соотношению

$$2. N_D \ll N_A \quad 2. N_D = N_A \quad 3. N_D = 0 \quad 4. N_D \gg N_A \quad 5. N_D < N_A$$

16) Лавинному пробую полупроводникового диода отвечает участок обратной ветви ВАХ (рис.)

2. 1 2. 2 3. 3
4. горизонтальный



17) Прямой ток p-n-перехода обусловлен носителями заряда (2 ответа):

1. Неосновными 2. Валентными 3. Основными
4. Собственными 5. Инжектированными

18) Плотность диффузионного электронного тока выражается соотношением

$$1. \vec{v}_{\text{накс.}} = \vec{a}\tau = \frac{q\tau}{m^*} \vec{E} \quad 2. j_n = cU^{3/2} \quad 3. \vec{j}_{nE} = \frac{(-e)^2}{e} \mu_n n \vec{E} = e \mu_n n \vec{E} \quad 4. \vec{j}_{nD} = -e \vec{I}_{nD} = e D_n \vec{\nabla} n$$

19) Вольт-амперная характеристика реального диода имеет вид

$$2. J_{\text{пр.}}(U) = J_s \left(\exp\left(\frac{eU}{mk_B T}\right) - 1 \right) \quad 2. j_s = \frac{eD_n n_{p0}}{L_n} \frac{dn}{dx}(-x_1) + \frac{eD_p p_{n0}}{L_p}$$

$$3. j = \left(\frac{eD_n n_{p0}}{L_n} \frac{dn}{dx}(-x_1) + \frac{eD_p p_{n0}}{L_p} \right) \left(\exp\left(\frac{eU}{k_B T}\right) - 1 \right) \quad 4. j_s = j_{nE}(x) = e \mu_n n(x) E_n$$

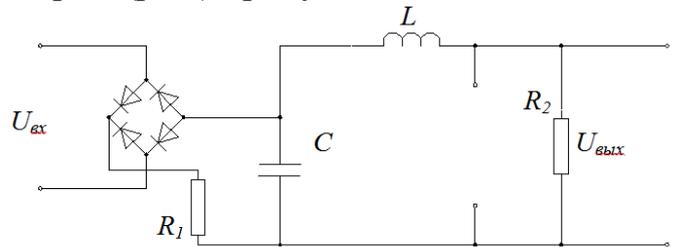
20) Величина барьерной емкости р-п перехода при увеличении по модулю обратного напряжения

$$C_{\text{бар}} = \Pi \sqrt{\frac{\varepsilon q N_A N_D}{2(U_K + |U_{\text{обп}}|)(N_A + N_D)}}$$

1. растет
2. убывает
3. не меняется
4. меняется не монотонно

21) На схеме выпрямителя с LC - фильтром (рис.) пропущен элемент:

1. конденсатор
2. дроссель
3. диод
4. транзистор



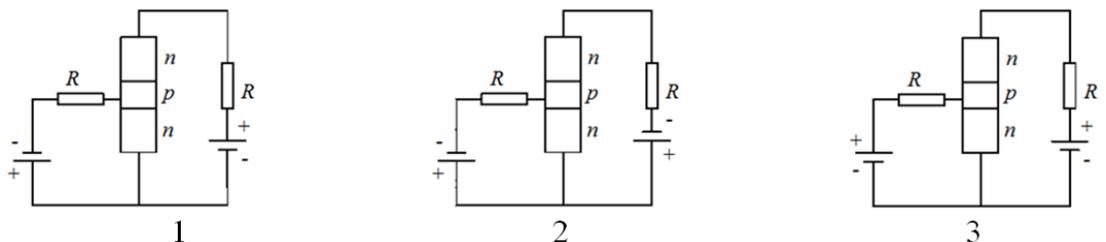
22) Туннельный пробой р-п- перехода происходит вследствие

5. термической генерации носителей заряда в ОПЗ перехода
6. прохождения электронов сквозь энергетический барьер
7. ударной ионизации атомов в ОПЗ перехода
8. инжекции неосновных носителей заряда над барьером

23) У биполярных транзисторов средний слой называют

1. заземлением
2. истком
3. базой
4. стоком
5. затвором

24) Нормальный режим работы п-р-п-транзистора обеспечивается подключением источников напряжения, показанным на схеме:



25) Прибор, в котором управление выходным током осуществляется посредством модуляции проводимости канала электрическим полем, называется (два ответа):

1. униполярный транзистор
2. биполярный транзистор
3. триодный тиристор
4. полевой транзистор
5. динистор

26) Схема включения транзистора с общим эмиттером обеспечивает

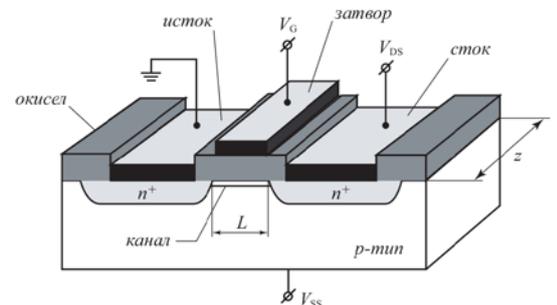
1. усиление только по току
2. усиление только по напряжению
3. усиление по току и напряжению
4. большое входное сопротивление

27) Независимо от схемы включения транзистора для него всегда справедливо уравнение, связывающее токи его электродов ($I_{\text{Э}}$ - ток в цепи эмиттера, $I_{\text{К}}$ - ток в цепи коллектора, $I_{\text{Б}}$ - ток на базовом выводе)

1. $I_{\text{К}} = I_{\text{Э}} + I_{\text{Б}}$
2. $I_{\text{Э}} = I_{\text{К}} + I_{\text{Б}}$
3. $I_{\text{Б}} = I_{\text{К}} + I_{\text{Э}}$
4. $I_{\text{Б}} = I_{\text{К}} - I_{\text{Э}}$

28) На рисунке изображена структура (2 ответа):

1. биполярного транзистора
2. полевого транзистора с управляющим p-n -переходом
3. МДП -структуры
5. полевого транзистора с встроенным каналом
6. полевого транзистора с индуцированным каналом

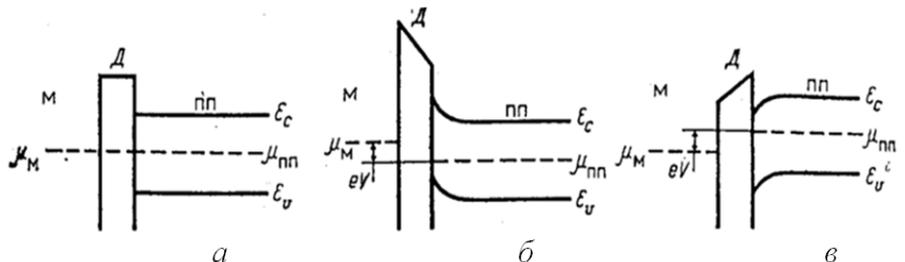


29) Зависимость коэффициента усиления усилителя от частоты входного напряжения при постоянстве его амплитуды называется

1. входной характеристикой
2. амплитудной характеристикой
3. полосой пропускания
4. частотной характеристикой

30) На рисунках изображены энергетические диаграммы тройной структуры «Металл-Диэлектрик-Полупроводник» (МДП) без внешнего напряжения и с внешним напряжением. Поставьте в соответствие полярности потенциала, приложенного к металлу (1,2,3) зонную диаграмму МДП структуры (а, б или в)

1. положительный -
2. нулевой -
3. отрицательный -



31) Зависимость тока стока $I_{\text{с}}$ от напряжения между истоком и стоком $U_{\text{си}}$ при фиксированной величине напряжения на затворе $U_{\text{з}}$ - это

1. входная характеристика

2. выходная характеристика

3. амплитудно-частотная характеристика

7.2.6. *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.
6. Электроды для съема биоэлектрического сигнала, виды электродов, требования, предъявляемые к электродам.
7. Эквивалентная электрическая схема контура съема биомедицинского сигнала, полезная часть сигнала и потери. Меры по уменьшению потерь полезной информации.
8. Датчики медико-биологической информации, классификация датчиков по виду энергии, используемой как носитель информации и измеряемой физической величине.
9. Параметры датчиков (чувствительность, предел и порог чувствительности, время релаксации, постоянная времени и др.).
10. Характеристики датчиков (функция преобразования, временные, частотные и др.)
11. Динамические характеристики датчиков (переходная, амплитудно-фазовая, амплитудно-частотная и др.).
12. Типы активных (генераторных) датчиков и явления, на которых основаны их действия. Типы пассивных (параметрических) датчиков.
13. Классификация датчиков по количеству воспринимаемых и преобразуемых величин, по количеству ступеней преобразований, по технологии изготовления.
14. Конструкции некоторых простейших датчиков, используемых в медицине.
15. Биодатчики для диагностики заболеваний и контроля процессов их протекания, роль чувствительного биологического элемента.
16. Принципы действия электрохимических преобразователей с потенциометрическими, амперометрическими, кондуктометрическими и другими цепями.

17. Принцип действия ионизационного преобразователя (рН-метра).
18. Принцип действия пленочных датчиков газов (CO , CO_2 , метан, H_2 ...).
19. Конструкция двух и трехмерных датчиков для измерения различных величин (давления, температуры, влажности, емкости, освещенности ...)
20. Аналоговые устройства отображения и регистрации биомедицинской информации и принципы их действия.
21. Передача биомедицинского сигнала, радиотелеметрия и эндорадиозондирование.
22. Элементы электрических цепей, их свойства и условные обозначения. Линейные и нелинейные элементы и цепи, активные и пассивные приемники.
23. Источники питания и нагрузочные характеристики. Идеальный источник ЭДС и идеальный источник тока, их свойства и условные обозначения.
24. Различные режимы работы источника питания - холостого хода и короткого замыкания, номинальный и согласованный режимы.
25. Принцип работы генератора синусоидальной ЭДС, схема простейшего генератора. Графическое изображение синусоидальных величин.
26. 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.
29. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний, уравнение траектории результирующего колебания. Фигуры Лиссажу.
30. Элементы зонной теории твердого тела. Спектр энергии электронов в атоме. Следствия сближения атомов при образовании кристалла.
31. Образование энергетических зон и характер их заполнения в металле, полупроводнике и диэлектрике.
32. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Положение уровня Ферми и концентрация носителей заряда в полупроводнике.
33. Основные и неосновные носители заряда в полупроводнике, вывод закона действующих масс и определение концентрации неосновные носители заряда.
34. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры. Графическое определение энергии термической активации.
35. Причины существования работы выхода электронов из твердого тела. Внешняя и термодинамическая работа выхода. Зависимость работы выхода от состояния поверхности.

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

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

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

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

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

41. 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

55. Структура туннельного диода. Зонная схема и процессы токопрохождения при прямом и обратном включении туннельного диода.
56. Структура и режимы работы биполярного транзистора.
57. Активный режим работы биполярного транзистора, электронные процессы в транзисторе. Схема включения с общей базой и коэффициент передачи тока эмиттера.
58. Схемы включения транзистора, смещения переходов и связь токов через переходы. коэффициент передачи тока базы.
59. Входные и выходные характеристики транзистора. Транзистор как усилитель электрического сигнала, коэффициент усиления по току, напряжению и мощности.
60. Структурная схема усилительного каскада, коэффициенты усиления. Усилители постоянного тока и низкой частоты.
61. Усилительные свойства биполярного транзистора при различных схемах включения. Особенности схемы с общим коллектором и его применение.
62. Структура и принцип работы полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.
63. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.
64. Структура и принцип работы полевых транзисторов с индуцированным и встроенным каналами типа МДП, использование эффекта поля.
65. Схема подключения, входные и выходные вольтамперные характеристики МДП - транзисторов.
66. Условно-графические обозначения и схемы включения в электрическую цепь полевых транзисторов.
67. Виды, структура и принцип работы тиристоров. Параметры и вольт-амперные характеристики тиристоров. Применение тиристоров в электронных устройствах.
68. Виды усилителей биоэлектрических сигналов. Общая структурная схема усилителя, коэффициент усиления.
69. Амплитудная характеристика усилителя, нелинейные искажения. Частотная характеристика усилителя, полоса пропускания.
70. Генераторы электрических колебаний. Структурная и принципиальная схемы LC-генератора гармонических колебаний.
71. Принцип работы и электрическая схема генератора релаксационных колебаний(мультивибратора).

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, 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 разьяснять 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 разьяснять 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 разьяснять 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 чувствуется 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 разьяснении 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»-бальную 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) 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. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
5. Дж. Вебстер, Электрические измерения, обработка сигналов и отображение. М.: “Солон:Р”, 2004 г.-402 с.: ил.
6. Опадчий Ю.Ф., О.П. Глудкин, А.И. Гуров Аналоговая и цифровая электроника. <http://libgen.org> М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 768 с.
7. Дж. Фрайден, Современные датчики. Справочник.<http://libgen.org> М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
8. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. <http://libgen.org> М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
9. Алейников А. Ф., Гридчин В. А., Цапенко М. П. Датчики (перспективные направления развития): Учеб. пособие / Под ред. проф. М. П. Цапенко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001. — 176 с.
- 10.Федотов А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. – М.: Радио и связь, 2013. – 250 с. – ISBN 978-5-89776-016-9.
- 11.Калакутский, Л. И. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие / Л. И. Калакутский, Э. С. Манелис. – Самара: СГАУ, 1999 – 160 с.
- 12.Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. Под ред. А. П. Немирко – М.: Физматлит, 2007. – 440 с.
- 13.Гусев, В. Г. Получение информации о параметрах и характеристиках организма и физические методы воздействия на него / В. Г. Гусев – М: Машиностроение, 2004. – 597 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. Епифанов 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. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537наименований.
3. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
4. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться неограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его расторгнуть.
6. **Scopus**
Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
7. **Wiley Online Library**
Коллекция журналов Freedom Collection издательства Elsevier. Письмо РФФИ от 17.07.2010 г. № 742 о предоставлении лицензионного доступа к электронному ресурсу Freedom Collection издательства Elsevier в 2022 г. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. **Международное издательство Springer Nature**

Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>

9. Журналы American Physical Society

Базы данных APS (American Physical Society). Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2022 г. <http://journals.aps.org/about>

10. Журналы Royal Society of Chemistry

База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry. Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>

11. Журнал Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>

12. Единое окно <http://window.edu.ru/> (интернет ресурс)

13. Дагестанский региональный ресурсный центр <http://rrc.dgu.ru/>

14. Нэикон <http://archive.neicon.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 рассматриваемому вопросу.

	мой 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.