



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

«Медицинская биофизика»

Багрянцев Е.Н.

(подпись)

«01» сентября 2017г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента

фундаментальной и клинической медицины

Гельцер Б.И.

(подпись)

«01» сентября 2017г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Медицинская электроника**

**Направление подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика»**

**Квалификация выпускника – специалитет**

**Форма подготовки – очная**

курс 4 семестр 7,8

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 час./пр. 20 час.

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

в том числе с использованием МАО 24 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 7 семестр

экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1012 от «11» августа 2016 г. и учебного плана по направлению подготовки «Медицинская биофизика».

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента фундаментальной и клинической медицины, протокол № 1 от «01» сентября 2017 г.

Директор Департамента: д.м.н., профессор Гельцер Б.И.

Составители: к.т.н., доцент Юнг Б.Н.

## **Оборотная сторона титульного листа РПУД**

### **I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

### **II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА» разработана для студентов 3 и 4 курсов специалитета по направлению 30.05.02 – Медицинская биофизика в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 1012 и входит в обязательную часть профессионального цикла. Трудоемкость дисциплины составляет по 3 ЗЕТ в 5 семестре, по 2 ЗЕТ в 6 и 7 семестре. Данный курс тесно связан с другими дисциплинами и базируется как на дисциплинах " (модули)", которые включают базовую часть программы, так и относящиеся к ее вариативной части: «Высшая математика», «Физика», «Информатика, медицинская информатика», «Общая и медицинская биофизика».

Целью изучения дисциплины «Медицинская электроника» является освоение студентами теоретических знаний и практических навыков по применению электронных схем, специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в своей профессии, позволяющему выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом, обладать универсальными и предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной карьере.

Задача: Подготовить выпускников к готовности применения специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере, и научить студентов основам анализа и систематизации научно-технической информации в области новых направлений и достижений биомедицинской электроники.

Для этого студентам необходимо:

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

2. 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.

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

Для успешного изучения дисциплины «Медицинская электроника» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК – 1); готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности (ОК – 8); готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности (ОПК – 1); готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных, естественнонаучных понятий и методов, при решении профессиональных задач (ОПК – 5).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК – 9 Готовность к применению специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере	Знает	физические основы работы электронных схем, типовую реализацию и назначение функциональных узлов аппаратуры медицинского назначения
	Умеет	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
	Владеет	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

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Медицинская электроника» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекции – конференции, проблемные

лекции, лекции-визуализации; семинарские занятия – диспут, круглый стол (подготовка и обсуждение рефератов).

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**В 7 семестре**

**Раздел I. Базовые законы электротехники и преобразований сигналов в нелинейных цепях. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения (6 час.)**

**Тема 1. Введение. Основные понятия и законы электрических и магнитных цепей, физические основы электротехники. Применение в медицине (2 час).**

Элементы электрических цепей. Топологические понятия. Основные законы электрических цепей. Основные законы магнитных цепей. Базовые законы электротехники. Расчет простейших делителей из RC-цепей. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения. Основные понятия. Способы представления синусоидальных электрических величин. Фазовые соотношения между током и напряжением. Пассивный двухполюсник в цепи синусоидального тока. Резонансные явления в линейных электрических цепях синусоидального тока. Мощность в цепи синусоидального тока. Баланс мощностей. Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях. Четырехполюсники. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения

**Тема 2. Воздействие сигналов на нелинейные элементы. Воздействие модулированных сигналов со сложным спектром на нелинейные элементы (2 час).**

Преобразования сигналов. Классы нелинейных элементов. Режимы работы нелинейного элемента. Методы аппроксимации. Воздействие сигналов различных видов на нелинейных элемент. Основные преобразования сигналов в нелинейных электрических цепях и линейных цепях с

переменными параметрами. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения. Воздействие узкополосного сигнала на безинерционный нелинейный элемент. Воздействие АМ-сигнала на Н.Э. Воздействие сигнала со сложным спектром. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения

**Раздел II. Базовые законы электроники и преобразований сигналов. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения (2 час.)**

**Тема 3. Основные термины и понятия электроники и полупроводниковой техники. Компоненты оптоэлектроники и лазерной техники (2 час).**

Физические основы работы полупроводниковых приборов. Биполярные и полевые транзисторы. Электронные приборы с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Практика применения в медицине. Излучающие диоды. Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Оптроны. Характеристики индикаторов и лазеров. Практика применения в медицине.

**Раздел III. Основы аналоговой схемотехники электронных средств. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения (4 час.)**

**Тема 4. Электронные усилительные устройства. Усилители мощности и усилители постоянного тока. Области применения в медицине. Дифференциальные и операционные усилители в медицинском приборостроении (2 час).**

Общие сведения об усилителях электрических сигналов. Основные параметры и характеристики усилителей. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Режимы работы усилительных каскадов. Усилители с трансформаторным включением нагрузки. Безтрансформаторные двухтактные усилители. Усилители постоянного тока. Некоторые схемные решения, используемые в

усилителях. Общие сведения. Идеальный операционный усилитель. Основные параметры и характеристики операционных усилителей. Обратные связи в усилительных устройствах. Примеры использования операционных усилителей и обратных связей в некоторых схемах. Области применения операционных усилителей в электронных схемах биомедицинского назначения.

### **Тема 5. Генераторы электрических колебаний и электронные ключи в медицинском приборостроении (2 час).**

Генераторы электрических колебаний и электронные ключи. Общие сведения. Генераторы гармонических сигналов. Кварцевые генераторы. Генераторы колебаний прямоугольной формы (мультивибраторы). Импульсные сигналы. Электронные ключи. Использование МОП-ключей в электронных устройствах с переключаемыми конденсаторами.

### **Раздел IV. Основы цифровой схемотехники электронных средств. Практические выводы для медицинской техники и приборостроения (4 час.)**

### **Тема 6. Основы теории логических (переключательных) функций. Комбинационные логические устройства цифровой техники. Триггеры и цифровые автоматы (2 час).**

Логические функции и элементы. Аксиомы, законы, тождества и теоремы алгебры логики (булевой алгебры). Представление и преобразование логических функций. Понятие о минимизации логических функций. Структура и принцип действия логических элементов. Основные параметры и характеристики логических элементов. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры. Сумматоры. Цифровой компаратор. Преобразователи кодов. Арифметико-логическое устройство. Триггерная схема на двух усилительных каскадах. S-триггеры на логических элементах. Разновидности RS-триггеров. JK-триггеры. D-триггер и T-триггер. Несимметричные триггеры. Цифровые автоматы.



## **Тема 7. Регистры и счётчики в цифровой технике. Запоминающие электронные устройства (2 час).**

Общие сведения о регистрах. Сдвиговые регистры. Синхронные сдвиговые регистры с обратными связями. Функциональные узлы на базе регистров сдвига. Электронные счетчики. Основные параметры и виды запоминающих устройств. Статические оперативные запоминающие устройства. Динамические оперативные запоминающие устройства. Энергонезависимые оперативные запоминающие устройства. Основные структуры оперативных запоминающих устройств. Постоянные запоминающие устройства. Структурная схема РПЗУ-ЭС (EPROM). Постоянные запоминающие устройства РПЗУ-УФ. Условные обозначения микросхем и сигналов управления запоминающими устройствами (примеры УГО ЗУ). Флэш-память.

## **Раздел V. Базовые принципы схемотехники и цифровой фильтрации биофизических сигналов (4 час.)**

### **Тема 8. Помехи при измерениях на биологических объектах. Схемотехника исключения или ослабления помех биофизических измерений (2 час)**

Природа и источники помех при электрофизиологических исследованиях, их классификация (на основе обобщенной эквивалентной схемы измерения БП). Организационные и методологические пути исключения или ослабления помех. Требования к входным цепям МП: входное сопротивление, разбаланс входного сопротивления, коэффициент ослабления синфазного сигнала, коэффициент режекции. Аппаратные методы обработки биомедицинских сигналов как средство борьбы с помехами. Экранирование с занулением через ОС, применение согласующих и инструментальных усилителей, согласование спектральных свойств сигнала с частотными характеристиками усилителей (аналоговая фильтрация), применение трансформаторных и оптических преобразователей. Обобщенные

эквивалентные и структурные схемы. Основные характеристики

### **Тема 9. Цифровая фильтрация как средство ослабления помех биофизических измерений (2 час).**

Цифровые фильтры (ЦФ). Общие понятия: НЦФ (КИХ-фильтры), РЦФ (БИХ-фильтры). Основные достоинства ЦФ. Импульсная реакция фильтров. Функция отклика. Определение импульсной реакции. Передаточные функции фильтров. Частотные характеристики фильтров. Общие понятия. Основные свойства. Взаимная конвертация типов фильтров. Типовые методы расчета и оптимизации фильтров. Фильтры случайных сигналов. Физическая сущность фильтрации шумов и помех. Особые виды фильтров: сглаживающие, оптимальные.

## **В 8 семестре**

### **Раздел VI. Сигналы биологического происхождения. Базовые принципы схемотехники измерений биофизических сигналов (2 час.)**

#### **Тема 10. Понятие о сигналах биологического происхождения. Электрические измерения и электроизмерительная аппаратура. Измерение неэлектрических сигналов биологических объектов (2 час, МАО).**

Излучения человека и порождающие физические поля, используемые для диагностики и терапии. Классификация по виду первичных сигналов (биопотенциалы, электропроводность, биомеханические и акустические эффекты, биомагнетизм и др. виды излучений и физических полей). Электрическое поле как главная основа проявления жизнедеятельности. Происхождение биопотенциалов, эквивалентная схема источника БП. БП различных функциональных групп жизнедеятельности: их форма, амплитудный и частотный диапазоны проявления. Способы и проблемы регистрации БП. Основные понятия и определения. Виды и методы измерений. Измерительные приборы, компенсаторы, мосты. Осциллографы. Измерение параметров электрических сигналов. Измерение параметров электрических цепей.

## **Раздел VII. Функциональные узлы, структура и схемотехника диагностических приборов (8 час.)**

### **Тема 11. Функциональные узлы электронных устройств диагностических приборов медицинского назначения. Функциональные узлы и блоки УВЧ и СВЧ диагностических приборов. (2 час)**

Измерительные усилители. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик измерительных усилителей. Измерительные модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения. Генераторы и входные каскады излучающих устройств. Генераторы с внешним возбуждением. Измерительные преобразователи и усилители УВЧ и СВЧ диапазона. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик измерительных преобразователей и усилителей. Измерительные модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения. Генераторы и входные каскады излучающих измерительных устройств. Генераторы с внешним возбуждением.

### **Тема 12. Функциональные узлы и блоки диагностических приборов медицинского назначения в оптическом и терагерцовом диапазоне (2 час)**

Измерительные преобразователи и усилители в оптическом диапазоне. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик измерительных преобразователей и усилителей в оптическом и терагерцовом диапазоне. Измерительные модуляторы и демодуляторы. Оптические фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров. Генераторы и входные каскады излучающих и измерительных устройств оптического диапазона.

### **Тема 13. Принцип действия и устройство медицинских тепловизоров (2 час МАО).**

Области применения термодатчиков в медицине. Электронные медицинские термометры. Устройства терморегуляции в биохимических

лабораториях. Применение фотодатчиков, чувствительных к инфракрасному излучению, для измерения температуры кожных покровов. Принцип действия и устройство медицинских тепловизоров. Термоанемометрические измерители легочной вентиляции. Электронные медицинские термометры

#### **Тема 14. УЗ в терапевтической и диагностической аппаратуре (2 час).**

Физическая природа пьезоэффекта. Конструкции преобразователей. Специфические погрешности. Пьезоэлектрические датчики ультразвукового излучения на основе титаната бария, используемые в УЗ терапевтической и диагностической аппаратуре.

### **Раздел VIII. Функциональные узлы, структура и схемотехника терапевтических аппаратов (6 час.)**

#### **Тема 15. Функциональные узлы электронных устройств терапевтических аппаратов НЧ, УВЧ и СВЧ (6 час)**

Усилители мощности терапевтических аппаратов. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик усилителей мощности. Модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения. Генераторы и выходные каскады излучающих устройств. Генераторы с внешним возбуждением. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

#### **Тема 16. Функциональные узлы электронных устройств терапевтических аппаратов в оптическом диапазоне (2 час)**

Усилители мощности терапевтических аппаратов. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик усилителей мощности. Модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения. Генераторы и выходные каскады излучающих устройств. Генераторы с внешним возбуждением. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

## **Тема 17. Функциональные узлы электронных устройств терапевтических аппаратов в терагерцовом диапазоне (2 час)**

Усилители мощности терапевтических аппаратов. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик усилителей мощности. Модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения. Генераторы и выходные каскады излучающих устройств. Генераторы с внешним возбуждением. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

### **Раздел IX. Безопасность и электробезопасность диагностических приборов и физиотерапевтических аппаратов (2 час).**

#### **Тема 18. Безопасность и электробезопасность диагностических приборов и физиотерапевтических аппаратов (2 час, MAO).**

Типовые приемы схемной реализации обеспечения электробезопасности диагностических приборов (постоянный, переменный, импульсный, высокочастотный, СВЧ, КВЧ, ТГц). Типовые приемы схемной реализации обеспечения электробезопасности физиотерапевтических аппаратов (постоянный, переменный, импульсный, высокочастотный, СВЧ, КВЧ, ТГц). Типовые приемы технологического и методического обеспечения электробезопасности. Примеры обеспечения электробезопасности.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Структура и содержание практической части курса включает в себя тематику и содержание практических занятий и семинаров

### **Практические занятия в 7 семестре (18 час)**

#### **Раздел I. Физические основы электротехники. Базовые понятия и законы электрических и магнитных цепей. (8 час).**

##### **Тема 1. Физические основы электротехники. Базовые понятия и законы. Воздействие сигналов на нелинейные элементы (2 час)**

Элементы электрических цепей. Топологические понятия. Основные законы электрических цепей. Основные законы магнитных цепей. Метод преобразования. Метод контурных и узловых уравнений. Метод контурных токов. Построение потенциальных диаграмм (Области применения - Физиотерапевтические аппараты: гальванизация, НЧ, Индуктотермия и др.). Воздействие сигналов различных видов на нелинейные элементы: узкополосного сигнала на безинерционный нелинейный элемент, АМ-сигнала, ЧМ-сигнала и сигнала со сложным спектром на нелинейный элемент.

**Тема 2. Резонансы напряжений и токов в электрических цепях переменного тока. Переходные процессы в электрических цепях (2 час МАО).**

Электрические и магнитные цепи переменного тока. Основные понятия о переменном токе. Основные формулы и уравнения. Анализ процессов в цепи синусоидального тока при последовательном и параллельном соединении элементов. Практические применения в медицинской технике и приборостроении. Переходные процессы в электрических цепях. Уравнения, определения токов и напряжений и построение графиков процессов в цепи после коммутации. Практические применения в медицинской технике и приборостроении.

**Раздел II. Физические основы электроники и полупроводниковой техники (2 час).**

**Тема 3. Физические основы работы полупроводниковых приборов. Биполярные и полевые транзисторы. Транзисторы. Электронные приборы с отрицательным дифференциальным сопротивлением (2 час)**

Электропроводность полупроводников. Электрические переходы. Смещение р–n-перехода. Емкость р–n-перехода. Пробой р–n-перехода. Полупроводниковые диоды. Структура и принцип действия биполярного транзистора. Физическая нелинейная модель транзистора и эквивалентные

схемы. Способы включения биполярных транзисторов. Основные режимы работы транзистора.  $h$ -параметры биполярного транзистора. Основные параметры биполярных транзисторов. Транзисторы с инжекционным питанием. Транзистор с управляющим р–n-переходом. МДП (МОП)-транзисторы. МДП-транзисторы со встроенным каналом. Способы включения полевых транзисторов. Полевой транзистор как четырёхполюсник. МДП-структуры специального назначения. Нанотранзисторы Туннельный и обращенный диоды. Двухбазовый диод (однопереходный транзистор). Лавинный транзистор. Динисторы и тиристоры.

#### **Тема 4. Характеристики лазеров и области применения в медицине (2 час)**

Способы получения и характеристики лазерного излучения. Краткая характеристика закономерностей взаимодействия лазерного излучения с биологическими объектами. Области применения в медицине.

#### **Раздел IV. Физические основы аналоговых электронных средств.**

##### **Базовые понятия и основы и схемотехники (4 час).**

#### **Тема 5. Электронные усилительные устройства (2 час)**

Общие сведения об усилителях электрических сигналов. Основные параметры и характеристики усилителей. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Режимы работы усилительных каскадов. Безтрансформаторные двухтактные усилители. Усилители постоянного тока

#### **Тема 6. Дифференциальные и операционные усилители. Примеры использования и области применения операционных усилителей (2 час МАО)**

Общие сведения. Дифференциальный усилитель. Некоторые схемные решения, используемые в усилителях. Идеальный операционный усилитель. Основные параметры и характеристики операционных усилителей. Обратные связи в усилительных устройствах. Примеры использования операционных

усилителей и обратных связей в некоторых схемах. Области применения операционных усилителей в электронных схемах

### **Тема 7. Генераторы электрических колебаний. Электронные ключи (2 час)**

Общие сведения. Генераторы гармонических сигналов. Кварцевые генераторы. Генераторы колебаний прямоугольной формы (мультивибраторы). Импульсные сигналы. Электронные ключи. Использование МОП-ключей в электронных устройствах с переключаемыми конденсаторами.

### **Раздел V. Основы цифровой схемотехники электронных средств (2 час)**

#### **Тема 8. Основы теории логических (переключательных) функций. Минимизация логических функций. Комбинационные логические устройства. Цифровой компаратор и преобразователи кодов (2 час)**

Логические функции и элементы. Аксиомы, законы, тождества и теоремы алгебры логики (булевой алгебры). Представление и преобразование логических функций. Минимизация логических функций. Структура и принцип действия логических элементов Основные параметры и характеристики логических элементов.. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультимплексоры. Сумматоры. Цифровой компаратор. Преобразователи кодов. Арифметико-логическое устройство

#### **Тема 9. Триггеры и цифровые автоматы. Регистры и счётчики. Запоминающие электронные устройства. Основные параметры и виды ЗУ (2 час)**

Триггерная схема на двух усилительных каскадах. RS-триггеры на логических элементах. Разновидности RS-триггеров. JK-триггеры. D-триггер и T-триггер. Несимметричные триггеры. Цифровые автоматы. Общие сведения о регистрах. Сдвиговые регистры. Синхронные сдвиговые регистры с обратными связями. Функциональные узлы на базе регистров сдвига. Электронные счетчики. Статические, динамические ОЗУ. ПЗУ и Флэш-память. Энергонезависимые оперативные запоминающие устройства.



**Тема 10. Направления и перспективы развития электроники.  
Нанoeлектроника в медицинском приборостроении (2 час MAO)**

**Практические занятия (18 часов)**

**В 8 семестре**

**Тема 1. Функциональные узлы электронных устройств  
диагностических приборов медицинского назначения (2 час)**

Схемы измерительных усилителей. Виды обратных связей. Измерительные модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров. Генераторы и входные каскады.

**Тема 2. Функциональные узлы и блоки УВЧ и СВЧ  
диагностических приборов медицинского назначения (2 час)**

Модуляторы и демодуляторы в блоках УВЧ и СВЧ. Фильтры. Схемы пассивных и активных фильтров. Генераторы и входные каскады излучающих устройств.

**Тема 3. Функциональные узлы и блоки диагностических приборов  
медицинского назначения в оптическом диапазоне (2 час)**

Преобразователи и усилители в оптическом диапазоне. Обратные связи. Модуляторы и демодуляторы. Оптические фильтры. Схемы пассивных и активных фильтров. Генераторы и входные каскады излучающих устройств оптического диапазона.

**Тема 4. Функциональные узлы и блоки диагностических приборов  
медицинского назначения в терагерцовом диапазоне (2 час)**

Преобразователи и усилители в терагерцовом диапазоне. Обратные связи. Измерительные модуляторы и демодуляторы. Генераторы и входные каскады излучающих и измерительных устройств терагерцового диапазона.

**Тема 5. Функциональные узлы и блоки диагностических приборов  
медицинского назначения в рентгеновском диапазоне (2 час MAO)**

Преобразователи рентгеновского излучения. Хранение, транспортировка и применение источников рентгеновского излучения

## **Тема 6. Функциональные узлы электронных устройств терапевтических аппаратов НЧ, УВЧ и СВЧ (2 час)**

Усилители мощности терапевтических аппаратов. Обратные связи. Модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров. Генераторы. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

## **Тема 7. Функциональные узлы электронных устройств терапевтических аппаратов в оптическом диапазоне (2 час)**

Генераторы и выходные каскады излучающих устройств. Генераторы с внешним возбуждением. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

## **Тема 8. Функциональные узлы электронных устройств терапевтических аппаратов в терагерцовом диапазоне (2 час)**

Модуляторы и демодуляторы в терагерцовом диапазоне. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных. Генераторы. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

## **Тема 9. Безопасность и электробезопасность медицинских физиотерапевтических аппаратов (2 час, МАО).**

Типовые приемы схемной реализации обеспечения электробезопасности диагностических приборов (постоянный, переменный, импульсный, высокочастотный, СВЧ, КВЧ, ТГц). Типовые приемы схемной реализации обеспечения электробезопасности физиотерапевтических аппаратов (постоянный, переменный, импульсный, высокочастотный, СВЧ, КВЧ, ТГц). Типовые приемы технологического и методического обеспечения электробезопасности. Примеры обеспечения электробезопасности.

### **Лабораторные работы (18 час. в 7 семестре)**

#### **Тема 1. Исследование осциллографа (4 час).**

Цель работы. Изучить основы работы и основные режимы работы осциллографа.

Освоить работу с осциллографом в режимах внешней и внутренней развертки, научиться использовать маркерные измерения (2 час).

Осциллограф является основным прибором для исследования процессов в электрических цепях. С его помощью можно исследовать развитие того или иного процесса во времени, измерить параметры быстропротекающих процессов, изучить синхронизацию двух или более процессов и т.д.

У любого осциллографа обязательно есть экран. Он является плоскостью, на которой изображена одна точка с двумя координатами  $X$  и  $Y$  — горизонтальной и вертикальной координатой соответственно. В первых осциллографах изображение точки создавалось электронным лучом, поэтому синонимом положения точки является положение луча осциллографа. Положение луча осциллографа управляется двумя напряжениями, подаваемыми на вход  $X$  и вход  $Y$  осциллографа. Эти напряжения носят названия напряжение горизонтальной развертки и напряжение вертикальной развертки осциллографа. Другое название упомянутых входов осциллографа — вход горизонтальной развертки и вход вертикальной развертки. Некоторые осциллографы, помимо этих входов, имеют еще вход  $Z$ , напряжение на котором управляет яркостью точки (или яркостью луча осциллографа).

Изменяя напряжение на входах  $X$  и  $Y$  осциллографа, можно управлять положением луча на его экране. Если напряжения меняются достаточно быстро, последовательные положения точки на экране осциллографа быстро сменяют друг друга и сливаются в одну линию. На рис. 5.1 показаны изображения на экране осциллографа, на входы которого подаются переменные напряжения разных частот. Такие изображения называются фигурами Лиссажу.

Фигуры Лиссажу на экране осциллографа,  $U_x = \sin \omega_x t$ ,  $U_y = \sin \omega_y t$ . Режим работы осциллографа, при котором на вход  $X$  подается внешний сигнал, называется режимом внешней развертки. Сигналы, поступающие на входы  $X$  и  $Y$  осциллографа, как правило, усиливаются соответственно усилителями горизонтальной и вертикальной развертки,

коэффициент усиления которых может регулироваться и принимать фиксированные значения; единица измерения — вольт на деление (В/дел.). Зная коэффициент усиления усилителей разверток осциллографа, можно определить параметры сигналов, подаваемых на входы осциллографа. К внешним сигналам осциллографа добавляются также постоянные составляющие, величина которых может изменяться. Постоянные составляющие необходимы для сдвига изображения по экрану. Органы управления, регулирующие постоянные составляющие, называются горизонтальным смещением и вертикальным смещением. В практике радиоизмерений часто встречается задача исследования переменного сигнала малой амплитуды, к которому добавлена большая постоянная составляющая. Для того чтобы исключить эту постоянную составляющую из напряжения, подаваемого на входы разверток осциллографа, как правило, предусматривается возможность включения между источником сигнала и входом осциллографа фильтра высокой частоты, не пропускающего постоянную составляющую. Включение фильтра осуществляется тумблером с положениями «~» — фильтр включен и «-» — фильтр выключен.

Гораздо чаще, чем режим внешней развертки, на практике используется режим внутренней развертки. В этом режиме напряжением горизонтальной развертки служит линейно изменяющееся во времени напряжение встроенного генератора осциллографа, называемого генератором внутренней развертки. В режиме внутренней развертки луч, пробегая по экрану осциллографа, фактически рисует на нем график зависимости напряжения, подаваемого на вход  $Y$  осциллографа, от времени.

Генератор внутренней развертки вырабатывает пилообразное напряжение. Пример входного напряжения осциллографа (вверху) и выходного напряжения генератора внутренней развертки (внизу) при отсутствии их взаимной синхронизации сигнал и при этом не предпринимается никаких дополнительных мер, частота пилообразного напряжения не будет совпадать с частотой входного сигнала. Такое

изображение не позволяет получить какой-либо существенной информации об исследуемом сигнале. Для того, чтобы при наблюдении периодического сигнала картина на экране осциллографа оставалась неподвижной, и действительно отражала бы зависимость исследуемого сигнала от времени, применяют синхронизацию развертки, когда частоты исследуемого сигнала и напряжения развертки совпадают. Начало горизонтальной развертки привязывается к моменту времени, когда совпадают значения входного напряжения осциллографа и постоянного напряжения заданного уровня  $U_{\text{синхр}}$ . Постоянное напряжение регулируется органами управления осциллографа и называется уровнем синхронизации. Предусматриваются два режима синхронизации: положительный — начало развертки привязывается к моменту времени, когда исследуемый сигнал пересекает уровень синхронизации снизу вверх, и отрицательный, когда этим моментом является пересечение сигналом уровня синхронизации сверху вниз. Оба рассмотренные режима являются режимами внутренней синхронизации, когда импульс синхронизации, запускающий развертку, вырабатывается при совпадении исследуемого сигнала с уровнем синхронизации. Альтернативой внутренней синхронизации является режим внешней синхронизации, при котором исследуемый сигнал поступает только на вход вертикальной развертки, а импульсы синхронизации вырабатываются при пересечении уровня синхронизации другим сигналом, поступающим на вход внешней синхронизации.

Режим внешней развертки удобно использовать для измерения временных параметров сигнала. Если в качестве сигнала внешней синхронизации использовать короткие импульсы, то координата  $X$  точки изображения на экране осциллографа полностью соответствует времени задержки этой точки относительно импульса синхронизации.

Генератор развертки осциллографа может работать в двух режимах. Первый из них называется автоматической разверткой. Генератор развертки работает в автоколебательном режиме, и как только его выходное напряжение

достигает максимального значения (луч осциллографа доходит до крайнего правого положения), оно сбрасывается в 0 (луч скачком перемещается в крайнее левое положение), и начинается очередной период горизонтальной развертки. Положительная и отрицательная внутренняя синхронизация. Диаграммы напряжений и изображения на экране осциллографа этом луч находится вблизи крайнего правого положения (близость регулируется отдельной ручкой «стабильность»), и на генератор развертки приходит импульс синхронизации, то развертка принудительно начинается с крайнего левого положения.

Другой режим носит название ждущей развертки. Генератор развертки выдает однократный пилообразный импульс, начало которого определяется моментом прихода импульса синхронизации. Если импульс синхронизации отсутствует, то отсутствует и горизонтальная развертка. Режим ждущей развертки удобен при анализе повторяющихся сигналов, не являющихся точно периодическими.

Для прецизионных измерений в современных осциллографах предусмотрен режим маркерных измерений. В этом режиме на экран осциллографа, помимо основного луча, выводится маркер в виде вертикальной линии. Маркер пересекает линию изображения на экране осциллографа в точке, координаты которой (значение напряжения и время от начала развертки) выводятся на цифровые индикаторы.

### **Контрольные вопросы к работе № 1: Исследование осциллографа.**

1. Можно ли использовать осциллограф для просмотра видеозаписей?
2. Какая фигура Лиссажу будет наблюдаться на экране осциллографа, если на его входы X и Y подается один и тот же переменный сигнал? А если на вход X подается напряжение  $U_0 \sin \omega t$ , а на вход Y — напряжение  $U_0 \cos \omega t$ ?
3. Определите амплитуды входных напряжений осциллографа (рис.

5.1), если усилитель горизонтальной развертки имеет коэффициент усиления 10 В/дел., а усилитель вертикальной развертки — 20 мВ/дел.

4. Каково назначение переключателя «развертка», находящегося на передней панели осциллографа и имеющего два положения — «внешн.» и «внутр»?

5. Возможны ли положительная и отрицательная синхронизация в режиме внешней развертки осциллографа?

6. Будут ли отличаться изображения на экране осциллографа в режимах ждущей и автоматической развертки при наблюдении синусоидального сигнала?

7. Каким образом с помощью маркерных измерений измерить частоту синусоидального сигнала?

### **Программа лабораторной работы**

1. Установить осциллограф в режим внешней развертки. Подать на входы X и Y осциллографа синусоидальные напряжения различных частот. Подобрать такое соотношение частот, при котором изображение на экране осциллографа остается неизменным. Зарисовать получившееся изображение для нескольких (не менее 3) разных соотношений частот. Объяснить результаты.

2. На генераторе цифровых последовательностей по указанию преподавателя установить последовательность импульсов. Выходной сигнал генератора через RC-цепочку (по указанию преподавателя) подать на вход осциллографа. Установить режимы работы осциллографа (развертку и синхронизацию) так, чтобы на экране наблюдалась неизменяющееся изображение.

3. Пользуясь маркерными измерениями, составить таблицу координат основных точек изображения.

4. С помощью полученной таблицы построить график исследуемого сигнала.

5. Переключить усилитель осциллографа в режим «~» (вычитание

постоянной составляющей из входного сигнала). Измерить изменение уровня исследуемого сигнала. Объяснить полученный результат.

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Срисованные с экрана осциллографа (не менее 3) фигуры Лиссажу с параметрами входных сигналов осциллографа (частота и амплитуда входных сигналов).
2. Заданные преподавателем цифровую последовательность и RC-цепочку.
3. Режимы работы осциллографа (развертка, синхронизация, усиление), при которых наблюдается устойчивое изображение.
4. Таблицу координат основных точек изображения.
5. График исследуемого сигнала.
6. Нарисованный на том же графике исследуемый сигнал с устраненной постоянной составляющей.

**Тема 2. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД. ВЫПРЯМИТЕЛИ (4 час).**

*выпрямитель полупроводниковый, диод, анод,  
катод*

*прямое включение, обратное включение*

*однополупериодный выпрямитель двухполупериодный*

*выпрямитель пульсации выпрямленного напряжения*

*коэффициент пульсаций сглаживающие фильтры*

*емкостной фильтр, индуктивный фильтр умножители  
напряжения*

### **Цель работы.**

Изучить конструкцию выпрямителей различных типов на основе полупроводникового диода.

Научиться проектировать выпрямители с заданными параметрами и измерять их основные параметры.



Большинство радиотехнических устройств получают энергию для своей работы от источника постоянного напряжения. Вместе с тем для передачи энергии на расстояние и для удобства преобразования значения амплитуды напряжения используются источники переменного напряжения. Поэтому в каждом электронном устройстве обязательно должен присутствовать блок, преобразующий переменное напряжение в постоянное. Именно эти устройства носят название *выпрямители*.

Все выпрямители строятся на основе нелинейных двухполюсников с сильно несимметричной вольт-амперной характеристикой. В настоящее время чаще всего для этого используются *полупроводниковые диоды* (рис.1).

При подключении к диоду положительного напряжения (потенциал *анода* выше потенциала *катода*) через диод течет ток, существенно превышающий значение *обратного тока*  $I_0$  (как правило, не больше 1 мкА). В этом случае говорят о включении диода в *прямом* направлении. При *обратном* включении диода (потенциал анода ниже потенциала катода) ток через него не может превысить величины  $I_0$ . По этой причине схемное обозначение диода можно трактовать как изображение стрелки, направление которой указывает на возможное направление протекания тока. Следует обратить внимание, что при прямом включении диода падение напряжения на нем, как это видно из рис. 1, составляет приблизительно 0,6 В. Это справедливо для полупроводниковых диодов, изготовленных на основе кремния (Si). Для германиевых диодов (Ge) падение напряжения на них в прямом направлении составляет около 0,3 В.

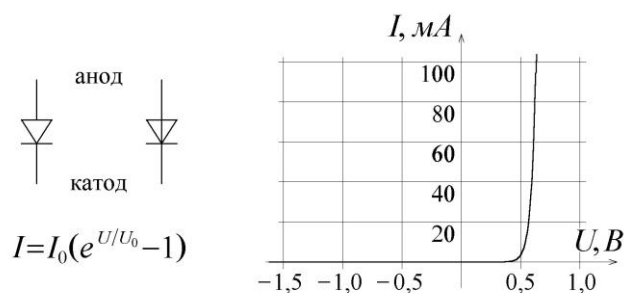


Рис. 1. Обозначения полупроводникового диода и типичный вид его вольт-амперной характеристики

Простейший выпрямитель представляет собой последовательное включение диода и сопротивления нагрузки (рис. 2). При положительной разности потенциалов на входе схемы диод оказывается включенным в прямом направлении, падение напряжения на нем составляет  $\approx 0,6\text{В}$ , и напряжение на нагрузке равно  $U_{\text{вых}} \approx U_{\text{вх}} - 0,6\text{В}$ . При отрицательных значениях входного напряжения ток через диод, включенный в обратном

направлении, оказывается практически равным нулю ( $I_0$ ), и поэтому падение напряжения на нагрузке имеет также нулевое значение. При подаче на вход схемы переменного напряжения выходное напряжение меняется во времени так, как это показано на рис. 2.

Как видно из рис. 2, на нагрузке падает только одна половина периода входного напряжения. По этой причине рассмотренную схему выпрямителя называют *однополупериодной* схемой. При использовании однополупериодного выпрямителя без дополнительных устройств напряжение на нагрузке значительную часть времени оказывается равна нулю.

От этого недостатка свободен *двухполупериодный выпрямитель*, схема которого приведена на рис. 3.

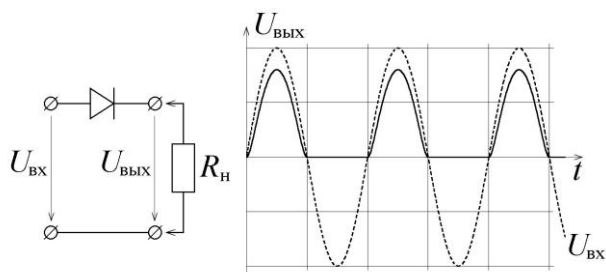


Рис. 2. Однополупериодный выпрямитель и диаграммы его работы

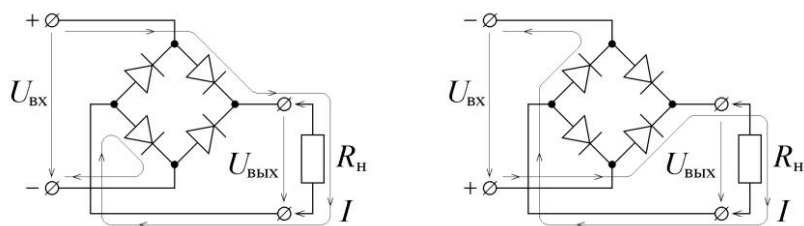


Рис. 3. Двухполупериодный выпрямитель. Показан путь протекания электрического тока при различных полярностях входного напряжения

Главная особенность двухполупериодного выпрямителя (называемого также *выпрямительным диодным мостом*) состоит в том, что при любой полярности входного напряжения ток через нагрузку протекает в одном и том же направлении. В отличие от однополупериодного выпрямителя, напряжение на нагрузке почти всегда (кроме некоторых моментов времени) отлично от нуля, что хорошо демонстрирует рис. 4. В этом и состоит главное преимущество двухполупериодной схемы. Следует, однако, отметить и некоторые ее недостатки. Во-первых, нагрузка в ней подключается к входному напряжению через два последовательно включенных диода, и поэтому отличие падения напряжения на нагрузке от входного напряжения в два раза больше, чем в однополупериодном выпрямителе ( $U_{ВЫХ} \square U_{ВХ} \square 0,6В$  для одно- и  $U_{ВЫХ} \square U_{ВХ} \square 1,2В$  в двухполупериодном выпрямителе). Во-вторых,

в отличие от однополупериодного, в двухполупериодном выпрямителе вход и выход не имеют общих точек, что приводит к некоторым трудностям в практической схемотехнике.

Выходной сигнал выпрямителей обоих рассмотренных типов назвать постоянным можно только с очень большой натяжкой. В нем присутствуют *пульсации*, то есть отклонения от среднего уровня. *Коэффициентом пульсаций* называют отношение максимальной величины значения напряжения:

отличия выходного напряжения от среднего напряжения и среднего

$$d = \frac{\max(U) - U_{\text{cp}}}{U_{\text{cp}}}$$



Рис. 4. Диаграммы работы двухполупериодного выпрямителя

Для устранения пульсаций (точнее, для уменьшения коэффициента пульсаций) в схемы выпрямителей включают *сглаживающие фильтры*. Простейшим сглаживающим фильтром является *емкостной фильтр*, изображенный на рис. 5. Суть его работы состоит в следующем. Когда входное напряжение диодного моста по абсолютной величине больше, чем напряжение на конденсаторе, одна пара диодов оказывается включенной в прямом направлении, и через нее протекает значительный ток, заряжающий конденсатор  $C$ . Если же абсолютная величина входного напряжения меньше напряжения конденсатора, все диоды включены в обратном направлении, и конденсатор разряжается через сопротивление нагрузки  $R_n$ :  $U_{\text{ВЫХ}} = U_0 e^{-t/R_n C}$

Эти процессы приводят к зависимости выходного напряжения от времени, приведенной на рис. 5.

Как видно из рис. 5, напряжение на нагрузке всегда имеет ненулевое значение, причем величина пульсаций выпрямленного напряжения тем меньше, чем больше постоянная времени  $R_n C$ . При бесконечно большой нагрузке (холостой ход) пульсации выпрямленного напряжения отсутствуют. Таким образом, для того чтобы величина пульсаций была малой по сравнению со средним значением выпрямленного напряжения, необходимо выполнение условия  $R_n C \gg T$ , где  $T$  — период выпрямленного напряжения, который в случае однополупериодного выпрямителя совпадает с периодом входного

переменного напряжения, а в случае двухполупериодного — в два раза меньше.

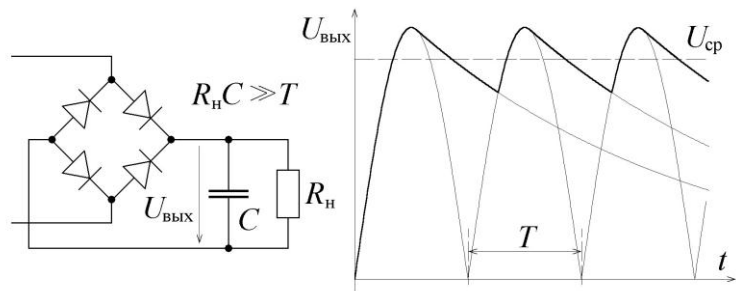


Рис. 5. Емкостной сглаживающий фильтр и диаграммы его работы (без учета падения напряжения на диодах)

Следует иметь в виду, что при выполнении указанного условия величина выходного напряжения совпадает с амплитудным значением входного переменного напряжения (а не с его действующим значением, которым принято характеризовать величину переменного напряжения).

*Пример 1.* Рассчитать емкостной сглаживающий фильтр для двухполупериодного выпрямителя напряжения бытовой сети для питания нагрузки мощностью 500 Ом (что при напряжении 220 В соответствует 100-ваттной нагрузке). Оценить среднее выпрямленное напряжение и коэффициент пульсаций.

*Решение.* Напряжение бытовой сети имеет частоту 50 Гц и действующее значение напряжения 220 В. Этому соответствует период 20 мс и амплитудное значение  $220\sqrt{2} \approx 311\text{ В}$ . Значение емкости фильтра следует выбрать из условия  $C \approx T/R_n \approx 10\text{ мс} / 500\text{ Ом} \approx 20\text{ мкФ}$ . Выберем  $C \approx 200\text{ мкФ}$ . Время разряда RC-цепочки составляет в этом случае величину  $R_n C \approx 100\text{ мс}$ , поэтому за длительность периода выпрямленного напряжения конденсатор успеет разрядиться до напряжения  $311\text{ В} - 311\text{ В} \cdot 10\text{ мс} / 100\text{ мс} \approx 280\text{ В}$ . Следовательно, выходное напряжение колеблется от величины 280 В до величины

311 В. Таким образом, среднее значение выпрямленного напряжения составляет  $U_{\text{ср}} \approx 280\text{ В} + 311\text{ В} \cdot 2 \approx 295\text{ В}$ , а коэффициент пульсаций равен  $d \approx \frac{\Delta U}{U_{\text{ср}}} = \frac{U_{\text{ВЫХ}} - U_{\text{ср}}}{U_{\text{ср}}} = \frac{16\text{ В}}{295\text{ В}} \approx 0,054$ .

Помимо емкостного сглаживающего фильтра, для уменьшения величины пульсаций применяются также индуктивные фильтры (см. рис. 6).

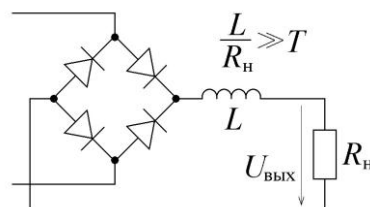


Рис. 6. Индуктивный сглаживающий фильтр.

Индуктивный фильтр в некотором смысле является противоположностью емкостного — пульсации выходного напряжения минимальны при малых значениях сопротивления нагрузки. Для минимизации величины пульсаций при расчете индуктивного фильтра необходимо соблюдать условие  $L/R_n \gg T$ .

Емкостные фильтры имеют хорошие показатели при работе на высокоомную нагрузку, индуктивные — на низкоомную. Иногда применяются сглаживающие фильтры более сложной структуры, одинаково хорошо проявляющие себя при работе как на высоко-, так и на низкоомную нагрузку. На рис. 7 приведен один из вариантов таких смешанных фильтров.

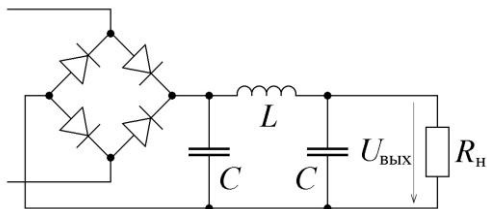


Рис. 7. Индуктивно-емкостной П-образный сглаживающий фильтр

Во всех рассмотренных схемах выпрямителей выходное напряжение не превосходит амплитудного значения входного переменного напряжения. На основе диодов и конденсаторов строятся также более сложные схемы, постоянное напряжение на выходе которых может составлять удвоенное, утроенное, учетверенное и т.д. амплитудное значение входного напряжения. Такие схемы носят название *умножители напряжения*. Простейшей схемой этого вида является *схема Лаггера*.

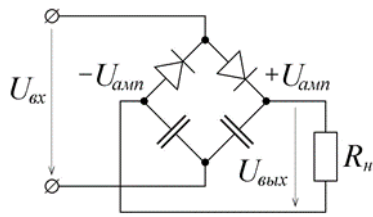


Рис. 8. Удвоитель напряжения Лаггера

Эта схема приведена на рис. 8. Во время положительного полупериода входного напряжения правый по схеме конденсатор заряжается до амплитудного значения входного напряжения  $\square U_{\text{амп}}$ , во время отрицательного полупериода он оказывается отключен от входной цепи, и левый (по схеме) конденсатор заряжается до напряжения  $\square U_{\text{амп}}$ . Поскольку конденсаторы соединены нижними (по схеме) обкладками, разность потенциалов между верхними обкладками равна  $2U_{\text{амп}}$ . Так, использование входного напряжения с действующим значением 220 В обеспечивает величину выходного напряжения схемы  $2 \square 220\text{В} \square 2 \square 622\text{В}$ . Следует, конечно, учитывать, что при недостаточно больших значениях емкости конденсаторов их разряд приведет к тому, что выходное напряжение будет несколько меньше указанного значения.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем отличается германиевый полупроводниковый диод от кремниевого?
2. Почему на рис. 13.1 показано, что при обратном включении ток через диод равен нулю, хотя из формулы его вольт-амперной характеристики следует, что он равен нулю только при  $U \square 0$ ?
3. Какое обратное напряжение должен выдерживать диод при использовании его в однополупериодном выпрямителе?
4. Перечислить основные достоинства и недостатки двухполупериодного выпрямителя.
5. Сглаживающий фильтр выпрямителя рассчитан на работу со входным напряжением частотой 50 Гц. Можно ли его использовать при частоте входного напряжения 400 Гц? А при частоте 10 Гц?
6. Емкостной и индуктивный сглаживающие фильтры одинаково хорошо работают при нагрузке 100 Ом. Какой из них следует использовать

при увеличении сопротивления нагрузки до 1 кОм? При его уменьшении до 10 Ом?

7. Можно ли применить схему удвоения напряжения для повышения напряжения батарейки 1,5 В до 3 В?

### ***Программа лабораторной работы***

1. Получить у преподавателя схему выпрямителя.
2. Собрать схему выпрямителя. Изменяя сопротивление нагрузки, снять зависимость среднего выходного напряжения и действующего значения пульсаций от среднего значения выходного тока выпрямителя. При этом среднее значение выходного напряжения и выходного тока следует измерять вольтметром и амперметром постоянного тока, а действующее значение пульсаций — вольтметром переменного тока.
3. По полученным результатам построить график зависимости среднего выходного напряжения выпрямителя и его коэффициента пульсаций от среднего значения выходного тока. Объяснить построенные графики.
4. Выбрать параметры исследуемой схемы для реализации указанных преподавателем значений сопротивления нагрузки, выходного напряжения и коэффициента пульсаций.
5. Собрать схему с выбранными параметрами и измерить выходное напряжение и коэффициент пульсаций.

### ***Содержание отчета***

Отчет должен содержать:

1. Схему выпрямителя, указанную преподавателем.
2. Таблицу значений сопротивлений нагрузки и соответствующих им значений среднего выпрямленного напряжения и действующего значения пульсаций.
3. Построенные графики зависимости среднего значения выходного напряжения и коэффициента пульсаций от среднего значения выходного тока.

4. Обоснование выбора параметров схемы для реализации заданных преподавателем значений сопротивления нагрузки, среднего значения выходного напряжения и коэффициента пульсаций.

5. Измеренные значения выходного напряжения и коэффициента пульсаций при заданном преподавателем значении сопротивления нагрузки.

### Тема 3. СТАБИЛИТРОН (4 час)

*стабилитрон, диод Зенера, напряжение стабилизации, дифференциальное сопротивление стабилитрона параметрический стабилизатор напряжения коэффициент стабилизации, минимальный ток стабилизации, максимальный ток стабилизации*

#### Цель работы.

Освоить методику измерения параметров полупроводниковых стабилитронов.

Научиться проектировать на основе полупроводникового стабилитрона стабилизаторы напряжения и снимать их характеристики.

Широкое применение в электронике находят диоды специальной конструкции, типичная вольт-амперная характеристика которых приведена на рис. 1. Эти устройства носят название *стабилитроны* или *диоды Зенера*. Прямая ветвь ВАХ таких полупроводниковых приборов практически не отличается от прямой ветви ВАХ диодов. При обратном же напряжении ток через стабилитрон резко возрастает при превышении напряжением некоторого порога.

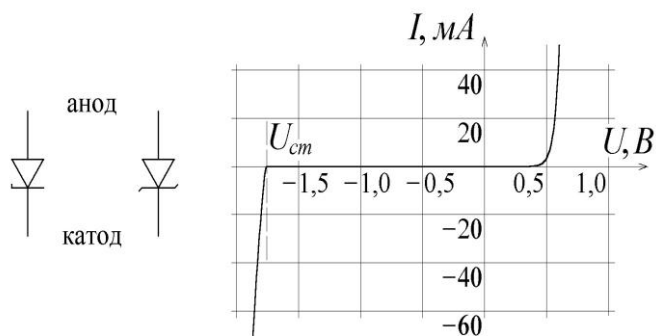




Рис. 1. Условные обозначения стабилитрона (слева — по ГОСТ) и типичный вид его вольт-амперной характеристики

Упомянутое пороговое значение напряжения носит название *напряжение стабилизации*  $U_{ст}$ , а коэффициент наклона ВАХ при  $U \geq U_{ст}$  — *дифференциальное сопротивление* стабилитрона.

Чаще всего стабилитрон используется в схемах *параметрических стабилизаторов напряжения* (рис. 2). В параметрическом стабилизаторе напряжения выходное напряжение снимается со стабилитрона, последовательно подключенного через сопротивление к источнику напряжения. При изменении напряжения источника рабочая точка стабилитрона смещается вверх по ВАХ (увеличивается ток через стабилитрон). При этом падение напряжения на стабилитроне изменяется незначительно, как это можно увидеть из рис. 2. Следует обратить внимание, что стабилитрон на рис. 2 включен в обратном направлении по отношению к показанному на рис. 1, и поэтому его рабочая точка находится фактически на обратной ветви ВАХ.

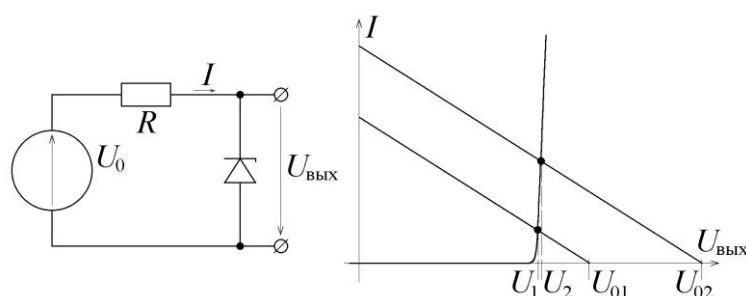


Рис. 2. Параметрический стабилизатор напряжения и принцип его работы

Применяя несложные геометрические соображения, легко показать, что изменения входного и выходного напряжений связаны соотношением:

$$\Delta U_{\text{вых}} \approx U_2 \approx U_1 \approx \frac{r}{R} \Delta U_{02} \approx U_{01} \approx \frac{r}{R} \Delta U_{\text{вх}},$$

где  $r$  — дифференциальное сопротивление стабилитрона,  $R$  — сопротивление подключенного последовательно резистора.

Отношение  $\Delta U_{\text{вх}} / \Delta U_{\text{вых}}$  называют *коэффициентом стабилизации*. Для параметрического стабилизатора напряжения коэффициент стабилизации равен отношению  $R/r$ .

К другим важным параметрам стабилитрона относятся минимальный и максимальный токи стабилизации. При величине тока, протекающего через стабилитрон, меньшей, чем минимальный ток стабилизации  $I_{\text{мин}}$ , рабочая точка сходит с линейного участка его ВАХ, его дифференциальное сопротивление увеличивается, и его использование для стабилизации

напряжения становится невозможным. Если же значение тока через стабилитрон превышает максимальный ток стабилизации  $I_{\text{макс}}$ , в стабилитроне начинаются необратимые изменения, которые могут закончиться выходом его из строя.

*Пример 1.* Составить схему параметрического стабилизатора напряжения с использованием стабилитрона КС156, имеющего следующие параметры:  $U_{\text{ст}} \square 5,6\text{В}$ ,  $I_{\text{мин}} \square 3\text{мА}$ ,  $I_{\text{макс}} \square 55\text{мА}$ ,  $r \square 40\text{Ом}$  при диапазоне изменения входного напряжения 30..50 В. Вычислить коэффициент стабилизации и диапазон изменения сопротивления нагрузки.

*Решение.* Выберем величину тока, протекающего через стабилитрон, на нижней границе диапазона значений входного напряжения, равной 20 мА. Эта величина существенно превышает минимальное значение тока стабилизации. Проведя нагрузочную прямую, соответствующую выбранной рабочей точке и входному напряжению 30 В (рис. 3), найдем значение сопротивления  $R$  в схеме, показанной на рис. 2:  $R \square 30\text{В}/25\text{мА} \square 1,2\text{кОм}$ . При данном значении сопротивления  $R$  входное напряжение 50 В вызывает протекание через стабилитрон тока менее 40 мА (по рис. 3), что существенно меньше максимально допустимого значения тока стабилизации. Коэффициент стабилизации построенного стабилизатора должен составлять величину  $R/r \square 1,2\text{кОм}/40\text{Ом} \square 30$ , т.е. при изменении входного напряжения на 20 В (весь диапазон возможных значений) выходное меняется на величину менее 1 В.

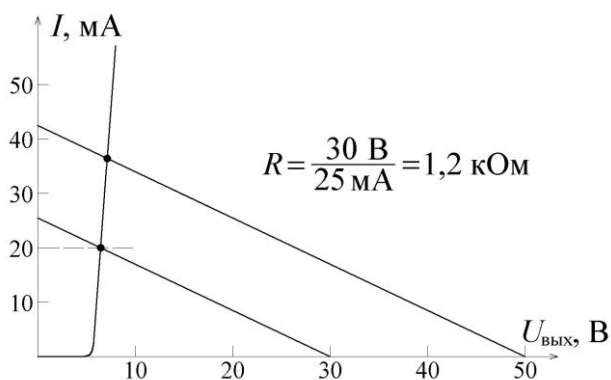


Рис. 3. Проектирование стабилизатора напряжения (пример 1)

Поскольку при минимальном значении входного напряжения 30 В ток через стабилитрон имеет выбранное значение 20 мА, что существенно превышает минимальный ток стабилизации, от параметрического стабилизатора можно ответить во внешнюю цепь ток до  $\square 15$  мА. При этом через резистор по-прежнему будет протекать ток 20 мА, ток через

стабилитрон будет равняться 5 мА. Ток 15 мА при напряжении 5,6 В соответствует сопротивлению нагрузки 370 Ом. Итак, сопротивление нагрузки разработанного стабилизатора может принимать значения от 370 Ом до бесконечности.

Другое применение стабилитрона — уменьшение изменяющегося во времени сигнала на фиксируемую величину (рис. 4).

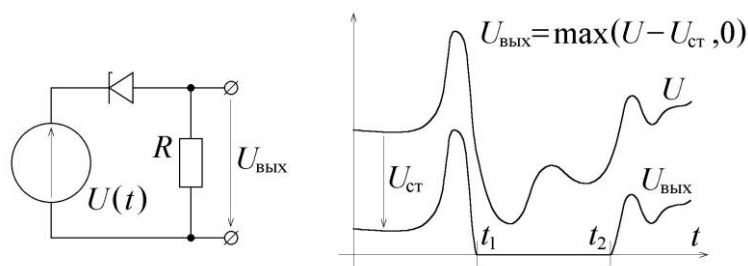


Рис. 14.4. Понижение уровня сигнала на фиксируемую величину

Если входное напряжение меньше напряжения  $U_{ст}$ , ток через стабилитрон отсутствует, и выходное напряжение равно нулю (интервал времени  $t_1 \dots t_2$  на рис. 4). В противном случае выходное напряжение меньше входного на величину  $U_{ст}$ .

Описанную схему можно также рассматривать как пороговое устройство — как только входное напряжение превышает значение  $U_{ст}$ , ток через резистор  $R$  принимает отличное от нуля значение.

### **Контрольные вопросы**

1. Можно ли в стандартных выпрямительных схемах заменить диоды стабилитронами?
2. Какими свойствами обладает последовательное соединение стабилитронов (оба стабилитрона включены в одном направлении)?
3. Какими свойствами обладает параллельное соединение стабилитронов (стабилитроны включены в противоположных направлениях)?
4. Может ли напряжение стабилизации стабилитрона принимать отрицательное значение?
5. Какие действия следует предпринять, чтобы повысить коэффициент стабилизации параметрического стабилизатора напряжения, не изменяя тип стабилитрона?

6. Найти падение напряжения на стабилитроне, через который протекает ток  $I_{\min}$   $I_{\max}/2$ .

7. Какой выходной сигнал будет формироваться схемой, показанной на рис. 4, при использовании отрицательного входного сигнала?

### ***Программа лабораторной работы***

1. Получить у преподавателя стабилитрон для исследований и величину его максимального тока стабилизации.

2. Подключив стабилитрон к источнику постоянного тока и изменяя величину этого тока, определить значения напряжения стабилизации  $U_{\text{ст}}$ , минимального тока стабилизации  $I_{\text{мин}}$ , и дифференциального сопротивления  $r$ . Для этого снять зависимость дифференциального сопротивления от тока через стабилитрон  $r \sim I$ . При этом величину  $r$  необходимо вычислять следующим образом: при токе  $I$  сделать небольшое приращение тока  $\Delta I$  и измерить возникающее при этом приращение падения напряжения на стабилитроне  $\Delta U$ . Вычислить дифференциальное сопротивление как отношение приращений напряжения и тока  $r = \Delta U / \Delta I$ .

3. Построенный график (рис. 5) должен содержать слабо меняющуюся часть, средний уровень которой определяет дифференциальное сопротивление стабилитрона. То значение тока, при котором начинается рост дифференциального сопротивления, является значением минимального тока стабилизации, а падение напряжения на стабилитроне при данном значении протекающего тока является напряжением стабилизации.

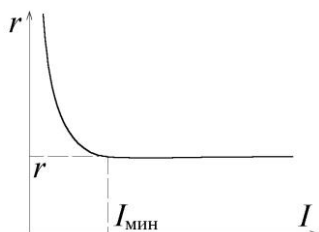


Рис. 14.5. Определение основных параметров стабилитрона

4. Разработать схему параметрического стабилизатора напряжения,

имеющего заданный преподавателем коэффициент стабилизации. При этом следует иметь в виду, что, если стабилизатор имеет недостаточно малое дифференциальное сопротивление, то его можно уменьшить, соединяя несколько однотипных стабилизаторов параллельно.

5. Собрать разработанную схему и измерить коэффициент стабилизации. Сравнить с заданным значением.

6. Определить допустимый диапазон изменения нагрузки разработанного стабилизатора. Для этого при минимальном расчетном значении входного напряжения снять зависимость выходного напряжения от сопротивления подключаемой нагрузки. Тот диапазон сопротивления нагрузки, при котором выходное напряжение сохраняет свое значение, и является искомым диапазоном. Рассчитать диапазон изменения нагрузки, основываясь на параметрах стабилизатора и разработанной схемы. Сравнить рассчитанный и измеренный диапазоны.

### ***Содержание отчета***

Отчет должен содержать:

1. Измеренную зависимость дифференциального сопротивления стабилизатора от протекающего через него тока.

2. Определенные из полученной зависимости главные значения дифференциального сопротивления и значения напряжения стабилизации и минимального тока стабилизации.

3. Разработанную схему параметрического стабилизатора напряжения с заданным преподавателем коэффициентом стабилизации.

4. Измеренное значение коэффициента стабилизации стабилизатора с описанием процедуры его измерения.

5. Оценку диапазона допустимых значений сопротивления нагрузки стабилизатора.

Измеренную зависимость выходного напряжения стабилизатора от сопротивления нагрузки.

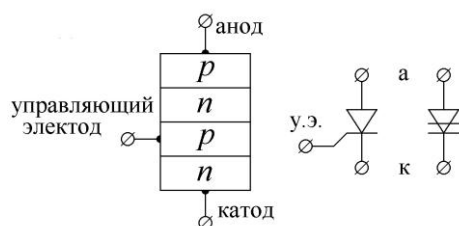
### **Тема 4. Тиристор (4 час). Заключение (2 час)**

*анод, катод, управляющий электрод,  
трехэлектродный тиристор, тринистор,  
двухэлектродный тиристор, динистор, ток  
спрямления, напряжение переключения,  
тиристорный регулятор мощности*

### **Цель работы.**

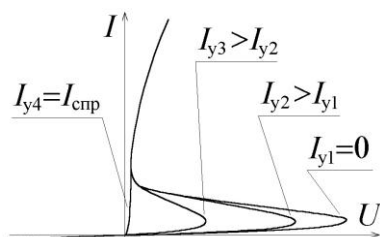
Изучить основные структуры тиристорov, их основные параметры. Научиться собирать тиристорный регулятор мощности, снимать его основные характеристики.

Тиристор является нелинейным полупроводниковым прибором, представляющим собой четыре полупроводниковых слоя разных типов проводимости (рис. 1). Тиристор содержит три  $p$ - $n$  перехода. Как правило, тиристор имеет три электрода, называемых *анод*, *катод* и *управляющий электрод*. Такой тиристор называется *трехэлектродный тиристор* или *тринистор*. Тиристор без управляющего электрода называется *двухэлектродным тиристором*, или *динистором*.



*Рис. 1. Структура тиристора и его обозначение*

ВАХ тиристора содержит участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением и является характеристикой S-типа (рис. 2).



*Рис. 2. ВАХ тиристора*

С увеличением тока управляющего электрода падающий участок ВАХ тиристора уменьшается и при достижении величины  $I_{спр}$  исчезает совсем. Данное значение тока управляющего электрода называется *током спрямления* тиристора.

Рассмотрим схему, изображенную на рис. 3. Режим работы динистора в этой схеме определяется пересечением ВАХ динистора и нагрузочной прямой  $I \square \square U_{вх} \square U \square / R_n$  (рис. 4). При нулевом значении входного напряжения ток через динистор также имеет нулевое значение. С увеличением входного напряжения нагрузочная прямая перемещается вправо, и рабочая точка последовательно занимает позиции 1, 2, 3, 4 и 5.

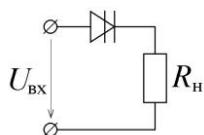
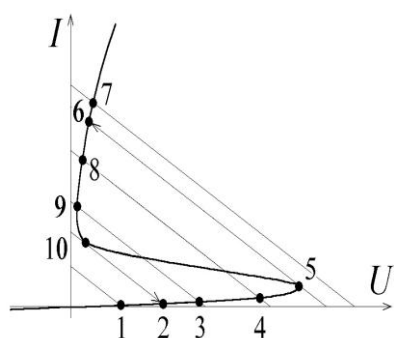


Рис. 2. Тиристор снагрузкой

При этом ток через динистор имеет величину, близкую к нулю, и поэтому говорят, что тиристор *закрыт*. Если при положении рабочей точки 5 еще увеличить входное напряжение, то рабочая точка динистора скачком переместится в положение 6, ток через динистор резко увеличится, а падение напряжения на нем резко уменьшится. В этом случае говорят, что тиристор *открылся*. Значение входного напряжения, при котором тиристор открывается, называется *напряжением переключения* тиристора. При дальнейшем увеличении входного напряжения рабочая точка будет перемещаться в направлении положения 7. Если теперь уменьшать входное напряжение, то рабочая точка будет занимать положения 6, 8, 9 и 10. Дальнейшее уменьшение входного напряжения вызовет скачкообразное перемещение рабочей точки в положение 2, и далее — в положение 1 и 0.



*Рис. 4.* Положения рабочей точки динистора при включение динистора

Таким образом, в схеме, показанной на рис. 3, при значениях входного напряжения, меньших некоторого порогового значения, ток через нагрузку практически отсутствует, а все напряжение падает на динисторе. Если же входное напряжение превышает это пороговое значение, динистор открывается, и входное напряжение прикладывается к нагрузке. Причем теперь, для того чтобы снова закрыть динистор, необходимо очень сильно понизить входное напряжение, на практике — почти до нуля.

Рассмотренное свойство тиристорных схем находит применение в самых разных пороговых схемах, включая схемы защиты от перенапряжения, короткого замыкания, а также релаксационные генераторы. Другое распространенное применение тиристоров — регуляторы мощности для потребителей переменного электрического тока. Типичная схема тиристорного регулятора мощности приведена на рис. 5. Нагрузка подключается к источнику переменного напряжения последовательно с диодным мостом, в диагональ которого включен трехэлектродный тиристор.



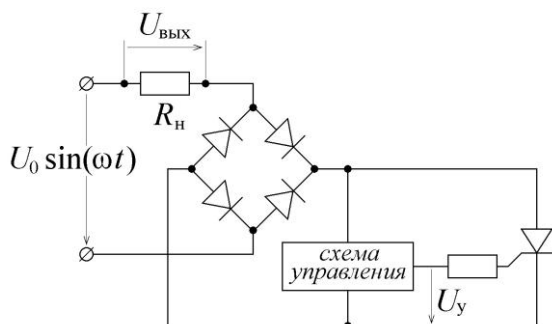


Рис. 5. Тиристорный регулятор мощности

Напряжение прикладывается к тиристорам всегда в одном направлении. Если бы тиристор был всегда открыт, входное напряжение полностью падало бы на нагрузку. Если бы он был всегда закрыт, напряжение полностью падало бы на нем, а не на нагрузке. Если тиристор часть времени находится в открытом состоянии, а часть — в закрытом, то входное напряжение только часть времени оказывается приложенным к нагрузке, и усредненная мощность, рассеиваемая на ней, оказывается меньше номинальной. Для того чтобы перевести тиристор в открытое состояние, достаточно подать в управляющий электрод ток, величина которого, по крайней мере, не меньше тока срабатывания  $I_{спр}$ . В этом случае падающий участок ВАХ тиристора исчезает, и тиристор переключается в открытое состояние (например, из состояния 4 в состояние 8 на рис. 4). Снова закрыться тиристор сможет, только если падение напряжения на нем достигнет нулевого значения. При использовании переменного напряжения это происходит само собой, два раза за период. Диаграммы работы тиристорного регулятора мощности приведены на рис. 6.

Схема управления, входящая в состав регулятора, выдает короткий импульс тока, задержанный относительно момента времени  $U_0 \sin \omega t$  на время задержки  $t_3$  и имеющий амплитуду, не меньшую, чем  $I_{спр}$ . Импульс тока поступает на управляющий электрод тиристора и открывает его. Тиристор остается открытым до того момента, когда входное переменное напряжение примет нулевое значение. После этого он закроется до прихода следующего импульса, выдаваемого схемой управления.

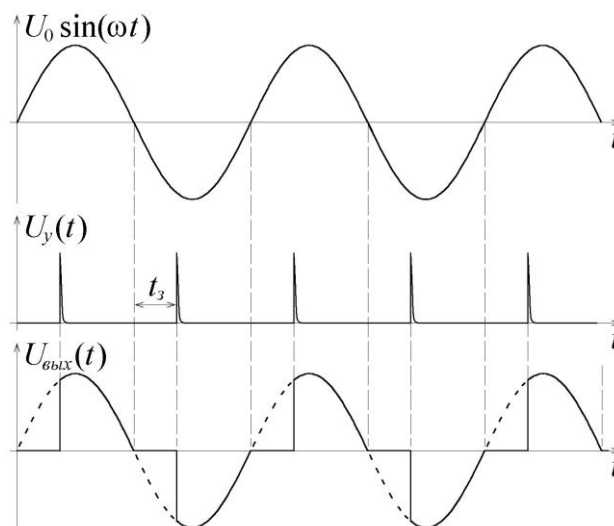


Рис. 6. Диаграммы работы тиристорного регулятора мощности

Устройства управления для тиристорных регуляторов мощности строятся по разным схемам. Принцип их работы состоит в следующем. Как только внешнее напряжение достигнет нулевого значения (а в этом случае тиристор обязательно закроется), запускается электронное реле времени, собранное, например, на основе ждущего мультивибратора. Реле времени вырабатывает импульс напряжения, задержанный относительно начального момента времени. Как правило, в тиристорных регуляторах мощности предусматривается регулировка времени задержки, что позволяет регулировать величину мощности, потребляемую нагрузкой.

Тиристорные регуляторы применяются для регулирования мощности ламп накаливания, нагревательных элементов, электромоторов, т.е. таких потребителей, для которых форма питающего напряжения не имеет принципиального значения.

### ***Контрольные вопросы***

1. Можно ли динистор в схеме заменить трехэлектродным тиристором?
2. Можно ли использовать тиристоры для выпрямления переменного напряжения?
3. Закроется ли открытый тиристор, если ток управляющего электрода примет нулевое значение?
4. Зачем в схеме тиристорного регулятора мощности используется двухполупериодный выпрямитель?
5. Если нагрузку подключать к источнику переменного напряжения через реостат, то можно получить регулятор мощности. В чем состоит

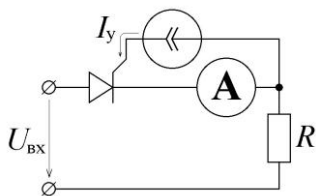
преимущество тиристорного регулятора мощности перед регулятором на основе реостата?

6. Как изменятся свойства тиристорного регулятора мощности при изменении сопротивления нагрузки, подключаемой к нему?

7. Как изменятся свойства тиристорного регулятора мощности, если изменятся параметры входного напряжения: его амплитуда или частота?

### *Программа лабораторной работы*

1. Получить у преподавателя тиристор для исследования.
2. Снять зависимость напряжения переключения тиристора от величины тока управляющего электрода. Для этого собрать схему согласно рис. 15.7.

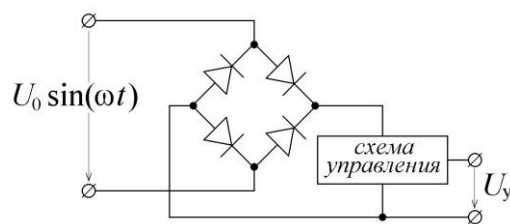


*Рис. 7.* Измерение напряжения тока тиристора

Зафиксировав значение тока управляющего электрода, изменять входное напряжение схемы от нулевой величины до момента открытия переключения тиристора, определить который можно по показаниям амперметра. Входное напряжение схемы в момент открытия тиристора и будет являться напряжением переключения тиристора при данном значении тока управляющего электрода.

Сопротивление  $R$  при этих измерениях следует выбрать таким образом, чтобы при открытом тиристоре ток через него не превышал 2–3 А (или значения, указанного преподавателем).

3. Получив у преподавателя схему управления, собрать схему тиристорного регулятора мощности без тиристора и без нагрузки (рис. 8).



*Рис. 8.* Измерение параметров выходного сигнала схемы управления

Измерить параметры выходного сигнала схемы управления: время задержки, длительность и амплитуду импульса.

4. Основываясь на измеренных параметрах выходного сигнала схемы управления, подключить к ее выходу через резистор управляющий электрод тиристора (согласно рис. 5). Сопротивление резистора выбрать таким, чтобы амплитудному значению импульса напряжения, выдаваемого схемой управления, соответствовало значение тока управляющего электрода, равное току спрямления. Подключить к собранной схеме нагрузку согласно рис. 5.

5. Подать на вход собранного регулятора мощности переменное напряжение. Зарисовать осциллограммы напряжений на входе регулятора мощности, на нагрузке, на тиристоре и на выходе схемы управления.

### ***Содержание отчета***

Отчет должен содержать:

1. Таблицу измерений зависимости напряжения переключения тиристора от тока управляющего электрода.
2. График зависимости напряжения переключения тиристора от тока управляющего электрода.
3. Схему тиристорного регулятора мощности.
4. Осциллограммы напряжений на входе тиристорного регулятора мощности, на нагрузке, на тиристоре и на выходе схемы управления.

### **Тема 5. Исследование электрокардиографа (2 час).**

Место проведения: Аккредитационно-симуляционный центр Школы биомедицины ДВФУ. Структурная схема и принцип работы. Артефакты записи электрокардиограммы. Процессы на границе электрод кожа.

Использование симуляционного манекена или стандартизированного пациента. Оценка точности при интерпретация нормальной ЭКГ.

### **Лабораторные работы (18 час. в 8 семестре)**

#### **Тема 6. Электроэнцефалография (4 час).**

Место проведения: Аккредитационно-симуляционный центр Школы биомедицины ДВФУ. Структурная схема и принцип работы. Артефакты записи электроэнцефаллограммы. Процессы на границе электрод кожа. Использование симуляционного манекена или стандартизированного пациента. Оценка точности при интерпретация нормальной ЭЭГ.

#### **Тема 7. Спирометрия: определение функции внешнего дыхания (жизненная емкость легких – ЖЕЛ) (4 час.).**

Место проведения: Аккредитационно-симуляционный центр Школы биомедицины ДВФУ. Выполнение спирометрии с помощью аппарата MIR, модель Spirolab.

#### **Тема 8. Исследование импеданса моделей биотканей (4 час.)**

Место проведения: Аудитория М611. Определение импеданса моделей биотканей с помощью измерителей амплитудно-частотных характеристик биообъектов.

#### **Тема 9. Исследование оптической плотности и коэффициента пропускания моделей биотканей (4 час.)**

Место проведения: Аудитория М611. Определение оптической плотности и коэффициента пропускания моделей биотканей с помощью фотоплетизмографа

#### **Тема10. Исследование акустической плотности и акустического сопротивления моделей тканей. Заключение (2час)**

Место проведения: Аудитория М611. Определение акустической плотности и акустического сопротивления моделей тканей с помощью аппарата УДЛ - 01

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Медицинская электроника» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

К - конспект, УО - устный опрос, ИДЗ - индивидуальное домашнее задание, ЭКР - экспресс контрольная работа, П - презентация, Т-тест, КВ – контрольные вопросы, КР – контрольная работа, ИКР – итоговая контрольная работа.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Андросова Т.А. Медицинская электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андросова Т.А., Юндина Е.Е. Электрон. текстовые данные. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. 117 с.— <http://www.iprbookshop.ru/66029.html>. ЭБС «IPRbooks»

2. Львов В.Л. Электроника. Методическое пособие для проведения лабораторных работ. Электрон. текстовые данные. Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал Московского технического университета связи и информатики, 2015, 62с.

<http://www.iprbookshop.ru/61882.html>. ЭБС «IPRbooks».

3. Абдуллин И.Ш. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Абдуллин И.Ш., Панкова Е.А., Шарифуллин Ф.С. Электрон. текстовые данные. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. 106 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62487.html>. ЭБС «IPRbooks».

<http://www.iprbookshop.ru/62487.html>

4. Миловзоров О., Панков И. Электроника. Учебник. 5 – е издание. Издательство Юрайт. 2016. – 408 с.

5. К. В. Зайченко, Л. А. Кулыгина, Е. П. Виноградова Диагностические измерения в медицинских электронных ситемах. Издательство: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2013

### **Дополнительная литература**

1. Улащик В. С., Плетнев, А. С., Войченко Наталья, Плетнев Сергей. Магнитотерапия. Теоретические основы и практическое применение. Издательский дом “Белорусская наука” 2016. – 382 с.

3. Белик Д.В. Системы и приборы для хирургии, реанимации и замещения функций органов. Издатель Новосибирский государственный технический университет. 2010. - 277 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47717.html>. ЭБС «IPRbooks»

4. Ремизов А.Н.: Медицинская и биологическая физика. - М.: Дрофа, 2010.

5. Ремизов А.Н.: Сборник задач по медицинской и биологической физике. - М.: Дрофа, 2010.

13. Патенты РФ: 2654581, 2654271, 2654269.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Зональная научная библиотека [электронный ресурс]. – url: <http://www.sgu.ru/library>
2. Электронные учебники [электронный ресурс]. – url: <http://www.libedu.ru/>
3. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [электронный ресурс]. – url: <http://school-collection.edu.ru>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [электронный ресурс]. – url: <http://window.edu.ru>
5. Издательство «лань» [электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – url: <http://e.lanbook.com/>
6. Издательство «юрайт» [электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. –url: <http://biblio-online.ru>
7. Руконт [электронный ресурс]: межотраслевая электронная библиотека. – url: <http://rucont.ru>
8. Elibrary.ru [электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – url: <http://www.elibrary.ru>
9. Ibooks.ru [электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – url: <http://ibooks.ru>
10. Znanium.com [электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – url: <http://znanium.com>
11. Обучающая программа «Математика и вычислительная техника».
12. Языки программирования. Фирма 1:C
13. Турбопаскаль для начинающих.  
<http://schools.keldysh.ru/> <http://forcoder.ru/>
14. Турбопаскаль на примерах.



<http://www.snkey.net/books/delphi/ch1-2.html...>

## **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет
2. Составление и редактирование текстов при помощи текстовых редакторов. Создание электронных документов (компьютерных презентаций, электронных таблиц и графиков) по выполняемым реферативным работам и практическим занятиям.
3. Использование стандартных пакетов Mikrosoft Office (Word, Excel, PauerPoint и др), а также специализированных пакетов прикладных программ MathCad, MathLab и др.

Для обеспечения доступности обучения инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья учебные материалы могут быть адаптированы с учетом особых потребностей: в печатных материалах укрупнен шрифт, произведена замена текста аудиозаписью, использованы звуковые средства воспроизведения информации.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теоретическая часть дисциплины «Медицинская электроника» раскрывается на лекционных занятиях, так как лекция является основной формой обучения, где преподавателем даются основные понятия дисциплины.

Последовательность изложения материала на лекционных занятиях, направлена на формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала при самостоятельной работе.

На практических занятиях в ходе дискуссий на семинарских занятиях, при обсуждении рефератов и на занятиях с применением методов активного

обучения студенты учатся анализировать и прогнозировать развитие медицинской электроники, раскрывают ее научные и социальные проблемы.

Практические занятия курса проводятся по всем разделам учебной программы. Практические работы направлены на формирование у студентов навыков самостоятельной исследовательской работы. В ходе практических занятий студент выполняет комплекс заданий, позволяющий закрепить лекционный материал по изучаемым темам, получить основные навыки анализа и применения основ медицинской электроники. Активному закреплению теоретических знаний способствует обсуждение проблемных аспектов дисциплины в форме семинара и занятий с применением методов активного обучения (МАО). При этом происходит развитие навыков самостоятельной исследовательской деятельности в процессе работы с научной литературой, периодическими изданиями, формирование умения аргументированно отстаивать свою точку зрения, слушать других, отвечать на вопросы, вести дискуссию.

При написании рефератов рекомендуется самостоятельно найти литературу к нему. В реферате раскрывается содержание исследуемой проблемы. Работа над рефератом помогает углубить понимание отдельных вопросов курса, формировать и отстаивать свою точку зрения, приобретать и совершенствовать навыки самостоятельной творческой работы, вести активную познавательную работу.

Основные виды самостоятельной работы студентов – это работа с литературными источниками и методическими рекомендациями по анализу технических характеристик и применению медицинских электронных систем. Результаты работы оформляются в виде рефератов или докладов с последующим обсуждением. Темы рефератов соответствуют основным разделам курса.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации проводятся устные опросы и контрольные работы.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции проводятся в мультимедийных аудиториях с доступом в Internet. Используется комплект лекций в виде презентаций в PowerPoint.

Экран с электроприводом 236\*147 см TrimScreenLine;

Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi;  
документ-камера CP355AF AVervision, видеокамера MP-HD718 Multipix;

Практические занятия проводятся в аудиториях с мультимедийным оборудованием, компьютерных классах. Используются методические рекомендации по тематическим разделам дисциплины, наглядные пособия, фонд ПРЕЗЕНТАЦИИ по разделам дисциплины.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории М611 и L523. При проведении лабораторных работ используются:

- осциллограф,
- класс специализированной микропроцессорной техники,
- магнитоэнцефаллограф МЭГ – 01.

В случае выхода из строя класса специализированной микропроцессорной техники L523 используются:

- тонометры,
- спирограф Spirolab MIR III,
- электрокардиограф одноканальный со стандартными и грудными отведениями,
- портативный спирограф (определение ФЖЕЛ, ОФВ1, ОФВ6, возраста легких),
- комплект с точечными электродами для регистрации ЭЭГ в системе 10-20 "MCScap-26".



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Медицинская электроника»  
Направление подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика»  
Квалификация выпускника – специалист  
Форма подготовки – очная

Владивосток  
2017

При изучении дисциплины используется балльно-рейтинговая технология, которая позволяет реализовать непрерывную и комплексную систему оценивания учебных достижений студентов. Непрерывность означает, что текущие оценки не усредняются, а непрерывно складываются на всем протяжении при изучении дисциплины в семестре. Комплексность означает учет всех форм учебной и творческой работы студента в течение семестра. Балльно-рейтинговая технология, включает в себя два вида контроля: текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине. Лекционные занятия проводятся в форме контактной работы со студентами и с применением дистанционных образовательных технологий. Практические занятия проводятся в форме контактной работы со студентами и с применением дистанционных образовательных технологий, в компьютерном классе либо в аудитории с мультимедийным оборудованием. Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно используя знания и практические навыки, полученные на лекциях и практических занятиях.

Консультирование студентов в процессе изучения дисциплины организуется кафедрой и осуществляется преподавателем в форме контактной работы со студентами с применением дистанционных образовательных технологий. Консультирование может осуществляться как в режиме on-line, так и заочно в форме ответов на вопросы студентов, направляемых преподавателю посредством размещения их в разделе «Консультации» в структуре изучаемой дисциплины в электронной информационно-образовательной среде университета. Роль консультаций должна сводиться, в основном, к помощи в изучении дисциплины (модуля), выполнении практических и контрольных работ.

**Текущий контроль (ТК)** - основная часть балльно-рейтинговая технологии, основанная на поэтапном контроле усвоения студентом учебного материала, выполнении индивидуальных заданий. Форма контроля: тестовые оценки в ходе изучения дисциплины, оценки за выполнение индивидуальных заданий и контрольных работ.

Основная цель ТК: своевременная оценка успеваемости студентов, побуждающая их работать равномерно, исключая малые загрузки или перегрузки в течение семестра. ТК осуществляется в период самостоятельной работы студента по его готовности. Оценивание учебной работы студента осуществляется в соответствии с критериями оценивания, определяемые балльно-рейтинговой системой (БРС) рабочей программы учебной дисциплины. По результатам ТК, при достаточной личной организованности

и усердии, студенты имеют возможность получить оценку при промежуточной аттестации по итогам текущей успеваемости.

**Промежуточная аттестация (ПА)** - это проверка оценочными средствами уровня учебных достижений студентов по всей дисциплине за семестр. Формы контроля: зачет или экзамен в виде многовариантного теста (до 35 заданий). Тесты формируются соответствующими программными средствами случайным образом из банка тестовых заданий по учебной дисциплине.

ПА осуществляется с применением дистанционных образовательных технологий.

Цель ПА: проверка базовых знаний дисциплины и практических навыков, полученных при изучении модуля (дисциплины) и уровня сформированности компетенций.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Медицинская электроника» в 7 семестре**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/неделя выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>1</b>	<b>2 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>О, Т</b>
<b>2</b>	<b>3 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>О, Т</b>
<b>3</b>	<b>4 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>4</b>	<b>5 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к контрольной работе</b>	<b>2 час</b>	<b>О, ЭКР-2</b>
<b>5</b>	<b>6 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>6</b>	<b>7 – 8 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к</b>	<b>1 час</b>	<b>ИКР</b>

		<b>итоговой к контрольной работе</b>		
<b>7</b>	<b>9 - 10 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>8</b>	<b>11 - 12 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>ЭКР- 3</b>
<b>9</b>	<b>13 - 14 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>10</b>	<b>15 – 16 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>11</b>	<b>17 - 18 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к итоговой контрольной работе</b>	<b>2 час</b>	<b>ИКР</b>

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Медицинская электроника» в 8 семестре**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/неделя выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>1</b>	<b>2 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>О, Т</b>
<b>2</b>	<b>3 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>О, Т</b>
<b>3</b>	<b>4 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>

		<b>презентации и тестированию</b>		
<b>4</b>	<b>5 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к контрольной работе</b>	<b>2 час</b>	<b>О, ЭКР-2</b>
<b>5</b>	<b>6 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>6</b>	<b>7 – 8 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к итоговой к контрольной работе</b>	<b>1 час</b>	<b>ИКР</b>
<b>7</b>	<b>9 - 10 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>8</b>	<b>11 - 12 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>ЭКР- 3</b>
<b>9</b>	<b>13 - 14 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>10</b>	<b>15 – 16 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>11</b>	<b>17 - 18 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к итоговой контрольной работе</b>	<b>2 час</b>	<b>ИКР</b>

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы программы курса, составленной в соответствии с государственным образовательным стандартом. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу



студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Необходимо ответственно отнестись к выполнению самостоятельной работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цель самостоятельной работы,
- конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи,
- самооценка готовности к самостоятельной работе,
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи,
- планирование работы (самостоятельно или с помощью преподавателя),
- слежение за ходом самой работы,
- самоконтроль промежуточного и конечного результатов работы,
- корректировка на основе результатов самоконтроля программ выполнения работы.

Программа самостоятельной работы студентов.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает в себя следующие формы учебной деятельности:

- проработка лекций;
- самостоятельное изучение основного и дополнительного теоретического материала по учебникам, пособиям, монографиям, периодической литературе;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение индивидуальных заданий;
- подготовка к контрольным занятиям;
- подготовка к зачету в 6 семестре
- подготовка к экзамену в 7 семестре

В процессе изучения курса студентам даются на самостоятельную проработку несколько тем о физических явлениях и эффектах в технических системах, дополняющих практические занятия. При выполнении индивидуальных заданий студенты должны найти и изучить дополнительную литературу,

справочные материалы. В ходе обучения в семестре проводятся контрольные работы по основным разделам курса.

Текущий контроль производится путем проведения контрольных работ (КР), оценки качества выполненных индивидуальных заданий. Контрольная работа представляет собою перечень вопросов по тематике изученного раздела, на который студенты отвечают письменно. Вопросы для контрольных работ предоставляются студентам заранее.

### **Методические указания и рекомендации по самостоятельной работе студентов**

На изучение дисциплины отводится 108 часа аудиторных занятий и 45 часа самостоятельной работы в 7 и 8 семестрах.

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины приведены в приложении «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся».

Для освоения дисциплины следует изучить источники из списка основной и дополнительной литературы, электронных образовательных ресурсов, охватывающих данную тему, рассматривать практические примеры по темам, знакомиться с понятиями и определениями, находить ответы на вопросы для самоконтроля. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами.

В рамках самостоятельной работы студенты демонстрируют степень формирования профессиональных компетенций: ОПК- 9, готовностью к применению специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере.

### **Методические рекомендации по написанию и оформлению реферата.**

Реферат – творческая деятельность студента, которая воспроизводит в своей структуре научно–исследовательскую деятельность по решению теоретических и прикладных проблем в определённой отрасли научного знания.

Реферат, являясь моделью научного исследования, представляет собой самостоятельную работу, в которой студент решает проблему теоретического или практического характера, применяя научные принципы и методы данной отрасли научного знания. Результат данного научного поиска может обладать не только субъективной, но и объективной научной новизной, и поэтому может быть представлен для обсуждения научной общественности в виде научного доклада или сообщения на научно-практической конференции, а также в виде научной статьи.

Реферат выполняется под руководством научного руководителя и предполагает приобретение навыков построения делового сотрудничества, основанного на этических нормах осуществления научной деятельности. Целеустремлённость, инициативность, бескорыстный познавательный интерес, ответственность за результаты своих действий, добросовестность, компетентность – качества личности, характеризующие субъекта научно-исследовательской деятельности, соответствующей идеалам и нормам современной науки.

Реферат – это самостоятельная учебная и научно-исследовательская деятельность студента. Научный руководитель оказывает помощь консультативного характера и оценивает процесс и результаты деятельности. Он предоставляет примерную тематику реферативных работ, уточняет совместно с ординатором проблему и тему исследования, помогает спланировать и организовать научно-исследовательскую деятельность, назначает время и минимальное количество консультаций. Научный руководитель принимает текст реферата на проверку не менее чем за десять дней до защиты.

Традиционно сложилась определенная структура реферата, основными элементами которой в порядке их расположения являются следующие:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Оглавление.
4. Перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость).
5. Введение.
6. Основная часть.
7. Заключение.
8. Библиографический список.
9. Приложения.

На титульном листе указываются: учебное заведение, выпускающая кафедра, автор, научный руководитель, тема исследования, место и год выполнения реферата.

Название реферата должно быть по возможности кратким и полностью соответствовать ее содержанию.

В оглавлении (содержании) отражаются названия структурных частей реферата и страницы, на которых они находятся. Оглавление целесообразно разместить в начале работы на одной странице.

Наличие развернутого введения – обязательное требование к реферату. Несмотря на небольшой объем этой структурной части, его написание вызывает значительные затруднения. Однако именно качественно выполненное введение является ключом к пониманию всей работы, свидетельствует о профессионализме автора.

Таким образом, введение – очень ответственная часть реферата. Начинаться должно введение с обоснования актуальности выбранной темы. В применении к реферату понятие «актуальность» имеет одну особенность. От того, как автор реферата умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения современности и социальной

значимости, характеризует его научную зрелость и профессиональную подготовленность.

Кроме этого во введении необходимо вычленить методологическую базу реферата, назвать авторов, труды которых составили теоретическую основу исследования. Обзор литературы по теме должен показать основательное знакомство автора со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, определять главное в современном состоянии изученности темы.

Во введении отражаются значение и актуальность избранной темы, определяются объект и предмет, цель и задачи, хронологические рамки исследования.

Завершается введение изложением общих выводов о научной и практической значимости темы, степени ее изученности и обеспеченности источниками, выдвижением гипотезы.

В основной части излагается суть проблемы, раскрывается тема, определяется авторская позиция, в качестве аргумента и для иллюстраций выдвигаемых положений приводится фактический материал. Автору необходимо проявить умение последовательного изложения материала при одновременном его анализе. Предпочтение при этом отдается главным фактам, а не мелким деталям.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «заключение». Как и всякое заключение, эта часть реферата выполняет роль вывода, обусловленного логикой проведения исследования, который носит форму синтеза накопленной в основной части научной информации. Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. Именно здесь содержится так называемое «выводное» знание, которое является новым по отношению к исходному знанию. Заключение может включать предложения

практического характера, тем самым, повышая ценность теоретических материалов.

Итак, в заключении реферата должны быть: а) представлены выводы по итогам исследования; б) теоретическая и практическая значимость, новизна реферата; в) указана возможность применения результатов исследования.

После заключения принято помещать библиографический список использованной литературы. Этот список составляет одну из существенных частей реферата и отражает самостоятельную творческую работу автора реферата.

Список использованных источников помещается в конце работы. Он оформляется или в алфавитном порядке (по фамилии автора или названия книги), или в порядке появления ссылок в тексте письменной работы. Во всех случаях указываются полное название работы, фамилии авторов или редактора издания, если в написании книги участвовал коллектив авторов, данные о числе томов, название города и издательства, в котором вышла работа, год издания, количество страниц.

### **Критерии оценки реферата.**

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

**Новизна текста:** а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

**Степень раскрытия сущности вопроса:** а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и

глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

**Обоснованность выбора источников:** а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

**Соблюдение требований к оформлению:** а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата.

**Рецензент должен четко сформулировать** замечание и вопросы, желательно со ссылками на работу (можно на конкретные страницы работы), на исследования и фактические данные, которые не учёл автор.

**Рецензент может также указать:** обращался ли студент к теме ранее (рефераты, письменные работы, творческие работы, олимпиадные работы и пр.) и есть ли какие-либо предварительные результаты; как выпускник вёл работу (план, промежуточные этапы, консультация, доработка и переработка написанного или отсутствие чёткого плана, отказ от рекомендаций руководителя).

**Студент** представляет реферат на рецензию не позднее чем за неделю до защиты. Рецензентом является научный руководитель. Опыт показывает, что целесообразно ознакомить студента с рецензией за несколько дней до защиты. Оппонентов назначает преподаватель из числа студентов. Для устного выступления студенту достаточно 10-20 минут (примерно столько времени отвечает по билетам на экзамене).

**Оценка «отлично» ставится**, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на

рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

**Оценка «хорошо»** – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

**Оценка «удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

**Оценка «неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

### **Методические рекомендации для подготовки презентаций**

Для подготовки презентации рекомендуется использовать: PowerPoint, MS Word, Acrobat Reader, LaTeX-овский пакет beamer. Самая простая программа для создания презентаций – Microsoft PowerPoint. Для подготовки презентации необходимо обработать информацию, собранную при написании реферата.

Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации.
2. Определить каков будет формат презентации: живое выступление (тогда, сколько будет его продолжительность) или электронная рассылка (каков будет контекст презентации).
3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.
4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.
5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на



слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.

6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).

7. Проверить визуальное восприятие презентации.

К видам визуализации относятся иллюстрации, образы, диаграммы, таблицы. Иллюстрация – представление реально существующего зрительного ряда. Образы – в отличие от иллюстраций – метафора. Их назначение – вызвать эмоцию и создать отношение к ней, воздействовать на аудиторию. С помощью хорошо продуманных и представляемых образов, информация может надолго остаться в памяти человека. Диаграмма – визуализация количественных и качественных связей. Их используют для убедительной демонстрации данных, для пространственного мышления в дополнение к логическому. Таблица – конкретный, наглядный и точный показ данных. Ее основное назначение – структурировать информацию, что порой облегчает восприятие данных аудиторией.

#### *Практические советы по подготовке презентации*

- печатный текст + слайды + раздаточный материал готовятся отдельно;
- слайды – визуальная подача информации, которая должна содержать минимум текста, максимум изображений, несущих смысловую нагрузку, выглядеть наглядно и просто;
- текстовое содержание презентации – устная речь или чтение, которая должна включать аргументы, факты, доказательства и эмоции;
- рекомендуемое число слайдов 17-22;
- обязательная информация для презентации: тема, фамилия и инициалы выступающего; план сообщения; краткие выводы из всего сказанного; список использованных источников;
- раздаточный материал – должен обеспечивать ту же глубину и охват, что и живое выступление: люди больше доверяют

тому, что они могут унести с собой, чем исчезающим изображениям, слова и слайды забываются, а раздаточный материал остается постоянным осязаемым напоминанием; раздаточный материал важно раздавать в конце презентации; раздаточный материалы должны отличаться от слайдов, должны быть более информативными.

### **Примерные темы рефератов и презентаций**

1. Электронные функциональные преобразователи
2. Устройства приема и обработки биофизических сигналов
3. Биофизические сигналы и их спектры
4. Общая схема приема и передачи информации по радиоканалу
5. Особенности дистанционных радиоизмерений. Схемы замещения параметров цепей на НЧ и ВЧ.
6. Способы преобразования цифровой информации
7. Основные логические функции. Функционально полный набор
8. Кодопреобразователи и компараторы
9. Шифраторы, дешифраторы и мультиплексоры
10. Схемы триггеров. Асинхронные и синхронные триггеры
11. Реверсивные и асинхронные счетчики. Синхронный двоичный реверсивный счетчик
12. Архитектура ЭВМ и персональных компьютеров

### **Примерные темы рефератов и презентаций по МП технике и МК**

1. РАЗРАБОТКА, ЗАПУСК И ОТЛАДКА ПРОГРАММ НА АССЕМБЛЕРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УМК.
2. ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ НА 8-МИ СЕГМЕНТНЫЙ ДИСПЛЕЙ
3. ПРОГРАММА-МОНИТОР И ПРОСТАЯ КОНСОЛЬ
4. ПРОГРАММИРУЕМЫЙ СВЯЗНОЙ ИНТЕРФЕЙС (РС1)

5. РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ИМПУЛЬСНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЗАДАННОЙ ФОРМЫ
6. СИНТЕЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДВОИЧНОГО (ДВОИЧНОДЕСЯТИЧНОГО) КОДА В СЕМИСЕКМЕНТНЫЙ
7. РАЗРАБОТКА СХЕМ НА РЕГИСТРАХ СДВИГА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ
8. СИНТЕЗ СЧЕТЧИКА С ПРОИЗВОЛЬНЫМ МОДУЛЕМ СЧЕТА  $M < 2^n$  КОНТРОЛЛЕР ПРЕРЫВАНИЙ

### **Рекомендации по подготовке к зачету и экзамену**

По окончании лекционного курса в 6 и 7 семестре следует заключительный этап самостоятельной работы студента по подготовке к зачету и в 8 семестре - к экзамену. При подготовке к экзамену студенту следует повторить лекционный материал, изучить источники из списка литературы, подготовиться к ответу на все вопросы, включенные в «Перечень вопросов к зачету». Во время подготовки к экзамену студент должен систематизировать знания, полученные им при изучении основных тем дисциплины в течение семестра. Это позволяет объединить отдельные темы в единую систему дисциплины.

Следует выделить последний день (либо часть его) перед экзаменом для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет студенту самостоятельно перепроверить усвоение материала.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ (ФИЛИАЛА)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Медицинская электроника»  
**Направление подготовки 30.05.02 «Медицинская биофизика»**  
Квалификация выпускника – **специалитет**  
**Форма подготовки – очная**

**Владивосток**  
**2017**

**Паспорт ФОС по дисциплине  
«Медицинская электроника»**

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОПК-9  готовностью к применению специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере	Знает	основные виды специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренные для использования в профессиональной сфере
	Умеет	применять некоторые виды специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренные для использования в профессиональной сфере
	Владеет	навыками применения и использования некоторых видов специализированного оборудования в профессиональной сфере

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	<b>Раздел I</b>	ОПК-9	Знает	Собеседование (УО-1), Тест ПР1-ПР3, Контрольные вопросы к ЛР1 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практических занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседование (УО-2), Тест ПР4-ПР5,	Экспертное оценивание

				Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Владеет	Собеседование (УО-3), Тест ПР6-ПР7, ЛР3-Л4 Реферат Контрольная работа	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
2	<b>Раздел II</b>	ОПК-9	Знает	Собеседование (УО- 2), Тест ПР1-ПР3, Контрольные вопросы к ЛР1 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседование (УО- 2), Тест ПР4-ПР5,	Экспертное оценивание выполнения практически

				Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Владеет	Собеседование (УО- 2), Тест ПР6-ПР7, Контрольные вопросы к ЛР3, 4 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
3	Раздел III	ОПК-9	Знает	Собеседование (УО- 3), Тест ПР-ПР3, Контрольные вопросы к ЛР1 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседование (УО- 2), Тест ПР4-ПР5, Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель

					ной работы, контрольные вопросы по разделам
			Владеет	Собеседовани е (УО- 2), Тест ПР6-ПР7, Контрольные вопросы к ЛР3, 4 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
4	<b>Раздел IV</b>	ОПК- 9	Знает	Собеседовани е (УО- 4), Тест ПР8-ПР11, Контрольные вопросы к ЛР1 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседовани е (УО- 4), Тест ПР14-ПР16, Контрольные вопросы к ЛР1 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные



					вопросы по разделам
			Владеет	Собеседование (УО- 4), Тест ПР17-ПР21, Контрольные вопросы к ЛР1 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
5	<b>Раздел V</b>	ОПК-9	Знает	Собеседование (УО- 5), Тест ПР13-ПР15, Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседование (УО- 5), Тест ПР13-ПР15, Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам

			Владеет	Собеседование (УО- 5), Тест ПР13-ПР15, Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
6	Раздел VI	ОПК-9	Знает	Собеседование (УО- 6), Тест	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседование (УО- 5), Тест ПР13-ПР15, Контрольные вопросы к ЛР2, 3 Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
			Владеет	Собеседование (УО- 5), Тест ПР13-ПР15,	Экспертное оценивание выполнения

				Контрольные вопросы ЛР2, 3 Реферат	практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
7	Раздел VII	ОПК-9	Знает	Собеседование (УО-7), Тест ПР1-ПР3, Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Умеет	Собеседование (УО-3), Тест ПР7-ПР9, Реферат Контрольная работа	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятельной работы, контрольные вопросы по разделам
			Владеет	Собеседование (УО-3), Тест ПР7-ПР9,	Экспертное оценивание выполнения

				ЛР3-Л4 Реферат	практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
8	Раздел VIII	ОПК-9	Знает	Собеседовани е (УО-8), Тест ПР1-ПР3, Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
				Собеседовани е (УО-3), Тест ПР-ПР9, Реферат Контрольная работа	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
				Собеседовани е (УО-3), Тест ПР7-ПР9,	Экспертное оценивание выполнения
			Владеет		

				Реферат	практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
9	Раздел IX	ОПК-9	Знает	Собеседовани е (УО-9), Тест ПР1-ПР3, Реферат	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
				Собеседовани е (УО-3), Тест ПР7-ПР9, Реферат Контрольная работа	Экспертное оценивание выполнения практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
				Собеседовани е (УО-10), Тест ПР1-ПР3,	Экспертное оценивание выполнения
			Владеет		

				Реферат Контрольная работа	практически х занятий и самостоятель ной работы, контрольные вопросы по разделам
--	--	--	--	----------------------------------	--

**в 7 семестре**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/неделя выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>1</b>	<b>2 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>О, Т</b>
<b>2</b>	<b>3 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям</b>	<b>1 час</b>	<b>О, Т</b>
<b>3</b>	<b>4 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>4</b>	<b>5 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к контрольной работе</b>	<b>2 час</b>	<b>О, ЭКР-2</b>
<b>5</b>	<b>6 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>
<b>6</b>	<b>7 – 8 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка к итоговой к контрольной работе</b>	<b>1 час</b>	<b>ИКР</b>
<b>7</b>	<b>9 - 10 нед</b>	<b>Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию</b>	<b>2 час</b>	<b>П, Т</b>

8	11 - 12 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям	1 час	ЭКР- 3
9	13 - 14 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию	2 час	П, Т
10	15 – 16 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию	2 час	П, Т
11	17 - 18 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к итоговой контрольной работе	2 час	ИКР

**в 8 семестре**

№ п/п	Дата/неделя выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям	4 час	О, Т
2	3 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям	2 час	О, Т
3	4 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию	4 час	П, Т
4	5 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к контрольной работе	2 час	О, ЭКР-2
5	6 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию	4 час	П, Т

6	7 – 8 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к итоговой к контрольной работе	2 час	ИКР
7	9 - 10 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию	4 час	П, Т
8	11 - 12 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка к практическим занятиям	2час	ЭКР- 3
9	13 - 14 нед	Изучение материалов лекций. Подготовка презентации и тестированию	4 час	П, Т

#### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

Задания для самостоятельного выполнения включают повторную проработку материалов практических занятий с целью подготовки к отчету по итоговой аттестации по дисциплине в виде зачета в 7 семестре и экзамена в 8 семестре.

- 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно- правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно
- 85-76 баллов – работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приво-



дятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

- 75-61 балл – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

- 60-50 баллов – работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Медицинская электроника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «Медицинская электроника» проводится в форме тестирования, опросов по темам, лабораторных и контрольных работ.

#### ***Примерные тестовые задания.***

#### **Перечень кратких тест – опросов по основам медицинской электроники**

Датчики - устройства, которые преобразуют:

- а) малые напряжения в напряжения большей величины
- б) электрические величины в неэлектрические
- с) неэлектрические величины в электрические

Назначение устройств отображения информации:

- a) представление медико-биологической информации в форме, удобной для восприятия
- b) преобразование световой энергии в энергию электрического тока
- c) преобразование неэлектрических величин в электрические

Генератор синусоидальных колебаний предназначен для получения:

- a) импульсных колебаний
- b) гармонических электромагнитных колебаний
- c) электромагнитных колебаний сложной формы

При помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии:

- a) нарушается амплитудное условие генерации
- b) изменяется собственная частота контура пациента
- c) изменяется собственная частота колебаний колебательного контура генератора

Для преобразования малых электрических сигналов в электрические сигналы большей величины используются:

- a) датчики
- b) усилители
- c) генераторы
- d) регистрирующие устройства

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

- a) входной характеристикой
- b) амплитудной характеристикой
- c) частотной характеристикой
- d) полосой пропускания

Длительностью паузы импульсного тока называется:

- a) интервал времени от начала импульса до начала следующего импульса
- b) интервал времени от конца импульса до начала следующего импульса
- c) интервал времени от начала импульса до конца этого импульса

Импульсные колебания прямоугольной формы, создаваемые мультивибратором, могут использоваться для целей:

- a) терапии
- b) диагностики
- c) терапии и диагностики

Генераторы синусоидальных электромагнитных колебаний составляют основу:

- a) аппаратов для гальванизации
- b) аппаратов для УВЧ - терапии
- c) аппаратов для электрофореза

К устройствам отображения информации относятся:

- a) самописцы
- b) источники переменного тока
- c) датчики
- d) усилители

Усилитель является одной из основных составных частей:

- a) аппарата УВЧ-терапии
- b) электроэнцефалографа
- c) аппарата для гальванизации
- d) генератора синусоидальных колебаний

Условия усиления электрических сигналов без искажений определяются с помощью:

- a) входной характеристики усилителя
- b) амплитудной и частотной характеристик усилителя
- c) выходной характеристики усилителя

Коэффициент усиления усилителя при изменении частоты электрического сигнала в пределах полосы пропускания:

- a) остаётся постоянным
- b) уменьшается
- c) увеличивается

Одной из основных составных частей электрокардиографа является:

- a) контур пациента
- b) генератор синусоидальных колебаний
- c) электронный усилитель

Длительностью импульса называется:

- a) интервал времени от начала одного импульса до начала следующего импульса
- b) интервал времени от начала импульса до конца этого импульса
- c) интервал времени, в течение которого напряжение нарастает до максимального значения

Простейшая функциональная схема прибора медицинской диагностики состоит из последовательности устройств:

- a) генератор → преобразователь → усилитель
- b) устройство съёма → электронный усилитель → устройство отображения информации

c) электронный усилитель → датчик → самописец

При усилении электрических сигналов усилителем:

- a) не должна изменяться форма усиливаемых сигналов
- b) не должна изменяться амплитуда усиливаемых сигналов
- c) не должна изменяться мощность усиливаемых сигналов
- d) должно быть изменение частоты усиливаемого сигнала

При УВЧ – терапии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При диатермии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При индуктотермии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При СВЧ и ДМВ – терапии, воздействующим на человека фактором

является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При гальванизации воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

Применение УВЧ – терапии на частотах, принятых в России, эффективно для прогрева:

- a) диэлектрических тканей организма человека
- b) проводящих электрический ток тканей организма человека
- c) слабопроводящих тканей

Применение метода диатермии эффективно для прогрева:

- a) слабопроводящих тканей организма человека
- b) проводящих электрический ток тканей организма человека
- c) метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях

Применение метода индуктотермии эффективно для прогрева:

- a) диэлектрических тканей организма человека
- b) проводящих электрический ток тканей организма человека
- c) метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях

Датчики, в которых под влиянием измеряемой неэлектрической величины происходит изменение одного из его параметров, называются:

- a) активными
- b) пассивными

Датчики, которые преобразуют неэлектрические величины непосредственно в электрические (ток, напряжение), называются:

- a) активными
- b) пассивными

Какой из перечисленных элементов входит в состав генератора синусоидальных колебаний?

- a) электрический вентиль
- b) колебательный контур
- c) электрический фильтр
- d) датчик?

Какое физическое явление используется для получения индукционного тока в колебательном контуре?

- a) термоэлектронной эмиссии
- b) электромагнитной индукции
- c) преобразования тепловой энергии в электрическую?

Идеальный колебательный контур состоит из:

- a) конденсатора и активного сопротивления
- b) катушки индуктивности и конденсатора
- c) источника тока и катушки индуктивности
- d) активного сопротивления и катушки индуктивности

Контур пациента в аппаратах УВЧ - терапии и индуктотермии:

- a) подключен непосредственно к анодной цепи генератора
- b) индуктивно связан с колебательным контуром генератора
- c) включен в цепь смещения триода

Контур пациента в аппаратах для УВЧ-терапии и индуктотермии перед проведением процедуры настраивается:

- a) на частоту колебательного контура генератора
- b) так, чтобы выполнилось амплитудное условие генерации
- c) так, чтобы выполнилось фазовое условие генерации

Частота колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата определяется:

- a) электроёмкостью конденсатора и индуктивностью катушки индуктивности терапевтического контура
- b) частотой колебаний LC -генератора
- c) тепловым эффектом при проведении терапевтической процедуры

Собственную частоту колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата можно вычислить по формуле ( $L$  и  $C$  – индуктивность и ёмкость конденсатора):

Какие искажения будут наблюдаться для  $U_{вх} = 0,01 \cos(2\pi \cdot 50t)$  [В] в усилителе с полосой пропускания 0,1 - 100 Гц и  $U_{кр} = 0,02$  В?

- a) амплитудные
- b) амплитудные и частотные
- c) частотные
- d) искажений не будет?

Амплитудных искажений усиливаемого сигнала не будет, если:

- a)  $U_{вх} > U_{кр}$



b)  $U_{вх} < U_{кр}$

Частотные искажения могут наблюдаться при усилении:

- a) только простых сигналов
- b) только сложных сигналов
- c) любых сигналов

На вход усилителя с полосой пропускания 10 - 200 Гц и  $U_{кр} = 0,05$  В подается синусоидальное напряжение с частотой 500 Гц и амплитудой 30 мВ. Какие искажения будут наблюдаться для этого сигнала?

- a) амплитудные
- b) частотные
- c) амплитудные и частотные
- d) никакие?

Частотных искажений усиленного сигнала не будет, если:

- a) амплитуда напряжения не превышает критического значения
- b) все частоты его спектра находятся в пределах полосы пропускания
- c) коэффициент усиления не меняется в пределах полосы пропускания

Амплитудные искажения могут наблюдаться при усилении:

- a) только простых сигналов
- b) только сложных сигналов
- c) тех и других

Формирующие цепи предназначены для:

- a) генерирования импульсных напряжений
- b) преобразования формы импульсных и синусоидальных напряжений
- c) преобразования формы только синусоидальных напряжений

Условием дифференцирования прямоугольных импульсов напряжения RC - цепью является ( $R$  – омическое сопротивление,  $C$  – ёмкость конденсатора):

- a) длительность импульса  $> RC$
- b) длительность импульса  $\gg RC$
- c) длительность импульса  $< RC$
- d) длительность импульса  $\ll RC$

При дифференцировании прямоугольных импульсов получаются импульсы:

- a) остроугольные однополярные
- b) остроугольные разнополярные
- c) треугольные однополярные

При интегрировании прямоугольных импульсов получаются импульсы:

- a) остроугольные однополярные
- b) остроугольные разнополярные
- c) треугольные однополярные

Условием интегрирования прямоугольных импульсов напряжения RC-цепью является ( $R$  – омическое сопротивление,  $C$  – ёмкость конденсатора):

- a) длительность импульса  $< RC$
- b) длительность импульса  $\ll RC$
- c) длительность импульса  $> RC$
- d) длительность импульса  $\gg RC$
- e) длительность импульса  $= RC$

Какая из электрических цепей, изображённых на схемах, является интегрирующей?

Какая из электрических цепей, изображённых на схемах, является дифференцирующей?

Какая цепь изображена на схеме?

- a) интегрирующая
- b) дифференцирующая
- c) ни та ни другая?

Какая цепь изображена на схеме?

- a) интегрирующая
- b) дифференцирующая
- c) ни та ни другая?

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет амплитуду:

- a) 30 мВ
- b) 20 мВ
- c) 60 мкс

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет длительность импульса:

- a) 40 мкс
- b) 10 мкс
- c) 20 мкс

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет длительность паузы:

- a) 10 мкс
- b) 20 мкс

- c) 40 мкс
- d) 60 мкс

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет период:

- a) 10 мкс
- b) 20 мкс
- c) 40 мкс
- d) 60 мкс

Основной прибор для регистрации высокочастотных процессов являются:

- a) самописцы
- b) активные и пассивные датчики
- c) электронно-лучевые трубки
- d) генераторы синусоидальных колебаний

Основными характеристиками устройств регистрации и отображения информации являются:

- a) размеры устройства отображения информации и чувствительность
- b) скорость "развертки" регистрируемого сигнала во времени и диапазон частот
- c) чувствительность и диапазон регистрируемых частот

К низкочастотным устройствам отображения информации относятся:

- a) электромеханические самописцы
- b) источники переменного тока
- c) датчики
- d) усилители

Чувствительностью устройств отображения и регистрации информации

является:

- a) отношение частоты отображаемого электрического сигнала к его амплитуде
- b) отношение амплитуды отображённого сигнала к амплитуде отображаемого электрического сигнала
- c) произведение амплитуды отображённого сигнала и амплитуды отображаемого электрического сигнала

Зависимость коэффициента чувствительности ( $K$ ) устройства отображения и регистрации информации от частоты отображаемого электрического сигнала ( $f$ ) имеет вид:

Контур пациента в аппаратах УВЧ - терапии и индуктотермии:

- a) подключен непосредственно к анодной цепи генератора
- b) индуктивно связан с колебательным контуром генератора
- c) включен в цепь смещения триода

Условием согласования контура пациента и генератора в аппарате УВЧ является:

- a) амплитудное условие генерации электромагнитных колебаний в контуре генератора
- b) равенство частот электромагнитных колебаний в контуре пациента и в контуре генератора
- c) фазовое условие генерации электромагнитных колебаний в контуре генератора
- d) совпадение амплитудных условий в контуре генератора и в контуре пациента

Датчики являются элементом:

- a) терапевтической аппаратуры

- b) диагностических приборов
- c) электростимуляторов

Типовая блок – схема электронного диагностического прибора включает в себя следующие обязательные элементы:

- a) устройства съёма → контур пациента → устройство отображения и регистрации информации
- b) усилитель электрических сигналов → устройства съёма → устройство отображения и регистрации информации
- c) устройство съёма → усилитель → устройство отображения и регистрации информации

При усилении синусоидальных электрических сигналов возможны следующие искажения:

- a) только амплитудные
- b) только частотные
- c) амплитудные и частотные
- d) фазовые и частотные

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное высокочастотное электрическое поле, называется:

- a) методом индуктотермии
- b) методом УВЧ – терапии
- c) методом диатермии
- d) методом гальванизации

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное высокочастотное магнитное поле, называется:

- a) методом индуктотермии

- b) методом УВЧ – терапии
- c) методом диатермии
- d) методом гальванизации

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменный высокочастотный электрический ток, называется:

- a) методом индуктотермии
- b) методом УВЧ – терапии
- c) методом диатермии
- d) методом гальванизации

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является постоянный электрический ток, называется:

- a) методом индуктотермии
- b) методом УВЧ – терапии
- c) методом диатермии
- d) методом гальванизации.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Медицинская электроника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «Медицинская электроника» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты контрольной работы, доклада-презентации) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность

выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Контрольные вопросы для текущей аттестации

1. Источники биосигналов электрической природы. Понятие о биопотенциалах (БП). Электрические характеристики источников БП.

2. Электрические датчики в медицине. Принцип работы, устройство, разновидности. Параметры датчиков и помехи, связанные с их применением.

3. Классификация помех при электрофизических измерениях. Причины, примеры.

4. Сторонние помехи при электрофизических измерениях на биообъекте. Способы защиты от сторонних помех.

5. Методические помехи при электрофизических измерениях на биообъекте. Способы защиты от методических помех.

6. Структурная схема измерителя биопотенциалов – усилителя БП (УБП). Требования к характеристикам УБП.

7. Понятие об аналого-цифровом преобразовании. Дискретизация и квантование. Апертурное время. Классификация АЦП.

8. Статические параметры АЦП. Динамические параметры АЦП. Шумы АЦП. Структурная схема, принцип действия и параметры параллельных АЦП. Области применения.

9. АЦП последовательного счета и последовательного приближения. Структурная схема, принцип действия, параметры и особенности последовательных АЦП различного типа. Области применения.

10. Многоступенчатые АЦП. Многотактные последовательно-параллельные АЦП. Конвеерные АЦП. Структурная схема, принцип действия,



параметры и особенности последовательно-параллельных АЦП различного типа. Области применения. Не вводим

11. Интегрирующие АЦП как способ борьбы с шумами и помехами. Интегрирующие сигма-дельта АЦП и их разновидности. Структурная схема, принцип действия, параметры и особенности сигма-дельта АЦП. Области применения.

12. Понятие о цифро-аналоговом преобразовании. Статические параметры ЦАП. Динамические параметры ЦАП. Шумы ЦАП. Области применения.

13. Структурные схемы, принцип действия и параметры ЦАП с суммированием весовых токов. Особенности схемотехнических решений.

14. Понятие о микроконтроллерах. Классификация и структура МК. Назначение структурных элементов МК и их разновидности.

15. Понятие о процессорном ядре. Классификация архитектуры процессорного ядра. Состав и назначение структурных элементов процессорного ядра.

16. RS- и UART-протоколы обмена данными. Назначение. Организация и характеристики протоколов на физическом уровне. Особенности организации протоколов на логическом уровне и уровне приложений.

17. USB-протокол обмена данными. Назначение. Организация и характеристики протокола на физическом уровне. Особенности организации протокола на логическом уровне и уровне приложений.

18. I2C- и CAN-протоколы обмена данными. Назначение. Организация и характеристики протоколов на физическом уровне. Особенности организации протоколов на логическом уровне и уровне приложений.

19. Задачи цифровой фильтрации в медицинских электронных системах. Помехи и шумы как случайные процессы. Белый шум и его фильтрация. Усиление шумов при фильтрации.

20. Понятие о нерекурсивных и рекурсивных цифровых фильтрах. Структурные схемы цифровых фильтров.

21. Импульсная реакция идеального и реального фильтра, понятие о частоте Найквиста и главном частотном диапазоне. Явление Гиббса и применение весовых функций.

22. Оптимальная фильтрация. Три основных критерия оптимальности. Условие оптимальности. Система линейных уравнений фильтра Колмогорова-Винера.

23. Этапы методики расчетов нерекурсивных цифровых фильтров. Расчет коэффициентов, импульсная реакция, частотная характеристика на примере фильтра МНК 1-го порядка.

24. Охарактеризуйте основные типы датчиков, используемых в медицине и биологии.

25. Дайте определение величинам: погрешность преобразования, точность и диапазон, порог чувствительности.

26. Измерительные цепи прямого и уравнивающего преобразования.

27. Охарактеризуйте устройство и основные параметры электродов электрокардиографов и электроэнцефалографов, металлических и стеклянных электродов для регистрации внутриклеточных и мембранных потенциалов.

28. Резистивные датчики.

29. Полупроводниковые фотопреобразователи и их использование в медицинской аппаратуре.

30. Охарактеризуйте области применения термодатчиков в медицине.

31. Пьезоэлектрические преобразователи: принцип действия, конструкции, типовое применение в терапевтической и диагностической аппаратуре.

32. Получите основные соотношения, характеризующие действие обратных связей на параметры измерительного усилителя.

33. Опишите устройство и применение измерительных модуляторов и демодуляторов.

34. Приведите и объясните типовые схемы фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения.

35. Охарактеризуйте основные схемы построения генераторов.

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

#### **в 7 семестре**

Тема 1. Введение. Основные термины и понятия электротехники и электроники

1. Базовые законы электронной техники.

2. Основные понятия, характеристики и соотношения: коэффициент передачи, фильтрация нижних и верхних частот.

3. Операционный усилитель как основа электронных устройств. Основные характеристики ОУ: входное и выходное сопротивление, напряжения смещения и дрейфа, входные и выходные токи, частотные свойства.

4. Структурная схема измерителя биопотенциалов – усилителя БП (УБП). Требования к характеристикам УБП.

5. Линейные и нелинейные аналоговые схемы на базе аналоговых ОУ: инвертирующие и не инвертирующие усилители,

6. Линейные и нелинейные аналоговые схемы на базе аналоговых ОУ: сумматоры, интеграторы, активные фильтры, компараторы.

7. Основные понятия, характеристики и соотношения: коэффициент усиления дифференциального сигнала, коэффициент ослабления синфазного сигнала, коэффициент режекции, частотные свойства.

8. Инструментальный усилитель, расчет параметров.

Тема 2. Понятие о сигналах биологического происхождения (2 час).

1. Излучения человека и порождающие физические поля, используемые для диагностики и терапии.

2. Классификация по виду первичных сигналов (биопотенциалы, электропроводность, биомеханические и акустические эффекты, биомагнетизм и др. виды излучений и физических полей).

Тема 3. Биопотенциалы как основной вид БС и их измерение (2 час).

1. Электрическое поле - основа проявления жизнедеятельности. Происхождение биопотенциалов, эквивалентная схема источника БП.

2. БП различных функциональных групп жизнедеятельности: их форма, амплитудный и частотный диапазоны проявления. Способы и проблемы регистрации БП.

3. Электроды как датчики при регистрации БП: виды, особенности реализации, эквивалентные схемы, метрологические требования.

4. Электродный потенциал как фактор систематической и случайной погрешности измерения.

5. Обобщенная эквивалентная схема измерения БП с биообъекта.

Тема 4. Помехи при измерениях на биологических объектах (2 час)

1. Природа и источники помех при электрофизиологических исследованиях

2. Классификация БП на основе обобщенной эквивалентной схемы измерения.

3. Организационные и методологические пути исключения или ослабления помех.

4. Требования к входным цепям МП: входное сопротивление, разбаланс входного сопротивления, коэффициент ослабления синфазного сигнала, коэффициент режекции.

## Тема 5. Схемотехника исключения или ослабления помех (2 час)

1. Аппаратные методы обработки биомедицинских сигналов как средство борьбы с помехами.

1.1. Экранирование с занулением через ОС

1.2. Применение согласующих и инструментальных усилителей

1.3. Согласование спектральных свойств сигнала с частотными характеристиками усилителей (аналоговая фильтрация),

1.4. Применение трансформаторных и оптических преобразователей.

2. Обобщенные эквивалентные и структурные схемы. Основные характеристики. Собственные шумы ОУ.

3. Применение вспомогательных устройств: вторичные источники питания, устройства калибровки, устройства защиты от перенапряжения по входу.

## Тема 6. Цифровая фильтрация как средство ослабления помех (2 час).

1. Цифровые фильтры (ЦФ). Общие понятия: НЦФ (КИХ-фильтры), РЦФ (БИХ-фильтры). 2. Основные достоинства ЦФ. Импульсная реакция фильтров. Функция отклика.

3. Определение импульсной реакции. Передаточные функции фильтров.

4. Частотные характеристики фильтров. Общие понятия. Основные свойства.

5. Взаимная конвертация типов фильтров. Типовые методы расчета и оптимизации фильтров.

6. Понятие о: главном частотном диапазоне, частоте Найквиста, явлении Гибса, весовых функциях.

7. Структурные схемы ЦФ. Графы фильтров. Соединения фильтров.

8. Фильтры случайных сигналов. Физическая сущность фильтрации шумов и помех. 9. Особые виды фильтров: сглаживающие, оптимальные.

Тема 7. Обобщенная структурная схема электронного МП электрофизиологического назначения (2 час)

1. Обобщенная структурная схема электронного МП. Компоненты МП в структуре, краткая характеристика функций, свойств и требований. Особые и общие компоненты структуры МП.

Тема 8. Микроконтроллеры как средство интеллектуализации медицинской техники любого уровня (2 час).

1. История развития микроконтроллеров (МК), их место, роль и перспективы в обработке медицинских сигналов. Классификация целевого назначения МК по размеру данных (8-ми, 16-и, 32-х) и структуре команд (CISC и RISC).

2. Понятие о принстонской и гарвардской архитектуре МК. Виды памяти в МК, назначение и особенности.

3. Понятие о структуре и организации процессорного ядра: арифметико-логическое устройство, аккумуляторы, циклическое сдвиговое устройство, дополнительный умножитель-сумматор, шинная структура.

4. Внутреннее устройство МК на примере МК AT91SAM7256.

5. Основы современного программирования МК: программирование на высоком уровне, разновидности компиляторов (как программные пакеты IAR, Keil, GCC,), состав пакета исходных текстов.

6. Понятие о программно-аппаратных средствах отладки программ и загрузки в ППЗУ МК.

Тема 9. Интерфейсы цифрового обмена данными. Заключение (2 час).

1. Применение обмена данными в цифровом формате как необходимое условие развития МП, как на внутреннем уровне (межмикросхемный, межблочный), так и во вне.

2. Перспективность последовательного обмена, физический и логический уровни организации.

3. Широко распространенные протоколы последовательного обмена: UART, RS232C, RS485, USB, I2C, CAN – история разработки и авторы, основное назначение и технические параметры, особенности физического и логического уровней организации.

### **В 8 семестре**

Тема 1. Введение. Электрические измерения в медицине (2 час).

1. Датчики неэлектрических величин, регистрируемых электронными приборами и их использование в медицине. Основные сведения о измерительных преобразователях и их классификация.

2. Погрешности преобразования, точность и диапазон, порог чувствительности. Общий принцип достижения наибольшей эффективности средств измерений.

3. Принцип согласования сопротивлений преобразователей.

4. Измерительные цепи прямого и уравнивающего преобразования. Динамические свойства средств измерений.

Тема 2. Датчики, преобразователи, сенсоры и их эволюция. (2 час)

1. Электроды и микроэлектроды. Резистивные и фото датчики. Полупроводниковые, термоэлектрические и пьезоэлектрические преобразователи. Принцип действия, устройство, характеристики и области применения.

2. Датчики неэлектрических величин, регистрируемых электронными приборами и их использование в медицине. Основные сведения о измерительных преобразователях и их классификация.

3. Погрешности преобразования, точность и диапазон, порог чувствительности. Общий принцип достижения наибольшей эффективности

средств измерений. Принцип согласования сопротивлений преобразователей. Измерительные цепи прямого и уравнивающего преобразования. Динамические свойства средств измерений

4. Радиационные и фотоэлектрические приборы для фотометрических измерений и для регистрации инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Полупроводниковые рентгенодатчики.

5. Световые, вольтамперные и спектральные характеристики фотодатчиков. Применение фотоприборов в медицинской электронной аппаратуре и в приборах для биохимического анализа. Полупроводниковые фотоприемники. Фотоэлектрические умножители, схемы их включения и области применения.

6. Области применения термодатчиков в медицине. Электронные медицинские термометры. Устройства терморегуляции в биохимических лабораториях. Применение фотодатчиков, чувствительных к инфракрасному излучению, для измерения температуры кожных покровов.

7. Принцип действия и устройство медицинских тепловизоров. Термоанемометрические измерители легочной вентиляции. Электронные медицинские термометры.

8. Физическая природа пьезоэффекта. Конструкции преобразователей. Специфические погрешности. Пьезоэлектрические датчики ультразвукового излучения на основе титаната бария, используемые в УЗ терапевтической и диагностической аппаратуре.

### Тема 3. Аналого-цифровые преобразователи (2 час)

1. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) как устройства преобразования «напряжение-код». Основные характеристики АЦП: разрешающая способность, напряжение полной шкалы, начальная точка преобразования, шаг квантования, интегральная и дифференциальная нелинейности, шумы квантования, апертурное время.



2. Классификация АЦП по схемотехническим принципам построения преобразования. Особенности сигма-дельта-преобразования как современного аппаратного средства подавления шумов квантования при высокой разрешающей способности.

Тема 4. Цифро-аналоговые преобразователи (2 час)

1. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) как устройства преобразования «код-напряжение». Основные характеристики ЦАП. Схемотехнические принципы построения ЦАП.

Тема 5. Функциональные узлы электронных устройств медицинского назначения (2 час)

1. Измерительные усилители. Обратные связи и их применение для повышения эксплуатационных характеристик измерительных усилителей.

2. Измерительные модуляторы и демодуляторы. Фильтры. Типовые схемы пассивных и активных фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения.

3. Генераторы и выходные каскады излучающих устройств. Генераторы с внешним возбуждением.

4. Согласование выхода оконечного каскада и излучающей нагрузки.

Тема 6. Структура и схемотехника диагностических приборов и устройств (2 час)

1. Типовые приемы схемной реализации измерительных каналов.

2. Структурные схемы современных приборов и аппаратов томографии (на примере МИТ, ТГцТ, МРТ и др.) с электронной обработкой информации.

3. Регистрирующие каналы ЭКГ, ЭЭГ, блоки реографии и фонокардиографии.

Тема 7. Структура и схемотехника терапевтических аппаратов и устройств (2 час)

1. Структурные схемы современной терапевтической аппаратуры

электрическими и магнитными полями: гальванизации, НЧ, ВЧ, СВЧ, лазерной терапии.

2. Современные аппараты ТМС, ТТГцТ стимуляции.

3. Функциональные узлы силовой части электроаппаратуры медицинского назначения. Ультразвуковая терапевтическая техника. Электронные электростимуляторы тканей, органов. Функциональные схемы систем.

Тема 17. Электробезопасность средств медицинских электронных диагностических приборов и физиотерапевтических аппаратов. Заключение (2 час).

1. Типовые приемы схемной реализации обеспечения электробезопасности физиотерапевтических аппаратов и диагностических приборов (постоянный, переменный, импульсный, высокочастотный, СВЧ, КВЧ, ТГц)

2. Типовые приемы технологического и методического обеспечения электробезопасности. Примеры обеспечения электробезопасности.

Тема 18. Новейшие открытия и разработки в области физики и электроники и их прикладное значение для применения в специализированном оборудовании и медицинских изделиях (2 час).

### **Критерии оценивания студента на зачете по дисциплине**

#### **«Медицинская электроника»**

Баллы (рейтинговая оценка)	Оценки зачета/ экзамена	Требования к сформированным компетенциям

	<p>«зачтено» / «отлично»</p>	<p>Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.</p>
	<p>«зачтено»/ «хорошо»</p>	<p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>
	<p>«зачтено» / «удовлетворительно»</p>	<p>Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>
	<p>«не зачтено» / «неудовле</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала,</p>

	<i>творитель но»</i>	допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.
--	--------------------------	--

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Критерии оценки:

Критерии оценки презентации доклада

ценк а	50-60 баллов (неудовле творительно)	61-75 баллов (удовлетв орительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
рите рии	Содержание критериев			
Раскрытие темы	Тема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Тема не раскрыта полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Тема раскрыта. Проведен анализ без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы.	Тема раскрыта полностью. Проведен анализ с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.

Представление	Представл яемая информация логически не связана. Не использованы профессиональн ые термины.	Представл яемая информация не систематизиров ана и/или не последовательн а. Использовано 1-2 профессиональн ых термина.	Представл яемая информация не систематизиров ана и последовательн а. Использовано более 2 профессиональн ых терминов.	Представл яемая информация систематизиров ана, последовательн а и логически связана. Использовано более 5 профессиональн ых терминов.
	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Используй ваны технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Используй ваны технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений.

Критерии оценки доклада, выполненного в форме презентации:

100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно-правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

85-76 баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Данные для учета успеваемости студентов**

Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности

1	2	3	4	5	
Семестр			Практические занятия	Самостоятельная работа	тест
1,2			54	36	

### **Программа оценивания учебной деятельности студента**

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 30 баллов.

Практические занятия

Контроль выполнения практических заданий в течение одного семестра - от 0 до 30 баллов.

Самостоятельная работа

Подготовка 1 реферата и отчета по подготовленному реферату (доклад (от 0 до 5), ответы на вопросы по реферату (от 0 до 5 баллов), оценка реферата по содержанию (от 0 до 10 баллов)). Максимально 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 31 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине «Медицинская электроника» составляет 100 баллов

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Медицинская электроника» в оценку

Баллы	Оценка
86–100 баллов	«отлично»
71–85 баллов	«хорошо»
51–70 баллов	«удовлетворительно»
50 баллов и меньше	«неудовлетворительно»

### **РЕЙТИНГ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Согласно рейтинговой системой текущий контроль производится в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы контрольных работ) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение индивидуальных заданий и отчетов).

В течение семестра предусмотрены несколько конференц-недели. Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 баллов – текущая оценка в семестре, 40 баллов – промежуточная аттестация в конце семестра).

Рейтинг-план освоения модуля прилагается отдельным документом.





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине «Медицинская электроника»

Направление подготовки – 30.05.02, Медицинская биофизика

Форма подготовки: очная

Владивосток

2017

Практические задания составлены таким образом, что в них всегда содержится проблемная задача биомедицинской инженерии, задание, которое требуется выполнить. Для успешного выполнения задания необходимо определить средства, которые могут понадобиться, а также исходные данные, присутствующие в описании проблемы и задачи. Вид и форма результата подразумеваются в задании. Содержание практического занятия при подготовке к которому используется задание, как правило, подразумевает некоторый стандартный алгоритм, при выполнении которого будет достигнут желаемый результат.

На практических занятиях может проводиться заслушивание рефератов по теме практического занятия. Каждый студент за время проведения практических занятий должен выступить с докладом по выбранному им реферату. Темы рефератов приведены в заданиях для самостоятельной работы. Реферат должен содержать не менее 10 страниц формата А4 в содержательной части, должно присутствовать введение с целями и задачами, заключение с краткими выводами и список использованной при написании реферата литературы. Время выступления одного студента с ответами на вопросы 10 – 15 минут, на доклад отводится 7 - 10 минут.

### **Перечень кратких тест – опросов по основам медицинской электроники**

Датчики - устройства, которые преобразуют:

- а) малые напряжения в напряжения большей величины
- б) электрические величины в неэлектрические
- с) неэлектрические величины в электрические

Назначение устройств отображения информации:

- а) представление медико-биологической информации в форме, удобной для восприятия

- b) преобразование световой энергии в энергию электрического тока
- c) преобразование неэлектрических величин в электрические

Генератор синусоидальных колебаний предназначен для получения:

- a) импульсных колебаний
- b) гармонических электромагнитных колебаний
- c) электромагнитных колебаний сложной формы

При помещении объекта между электродами в аппарате УВЧ-терапии:

- a) нарушается амплитудное условие генерации
- b) изменяется собственная частота контура пациента
- c) изменяется собственная частота колебаний колебательного контура

генератора

Для преобразования малых электрических сигналов в электрические сигналы большей величины используются:

- a) датчики
- b) усилители
- c) генераторы
- d) регистрирующие устройства

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

- a) входной характеристикой
- b) амплитудной характеристикой
- c) частотной характеристикой
- d) полосой пропускания

Длительностью паузы импульсного тока называется:

- a) интервал времени от начала импульса до начала следующего

импульса

- b) интервал времени от конца импульса до начала следующего импульса
- c) интервал времени от начала импульса до конца этого импульса

Импульсные колебания прямоугольной формы, создаваемые мультивибратором, могут использоваться для целей:

- a) терапии
- b) диагностики
- c) терапии и диагностики

Генераторы синусоидальных электромагнитных колебаний составляют основу:

- a) аппаратов для гальванизации
- b) аппаратов для УВЧ - терапии
- c) аппаратов для электрофореза

К устройствам отображения информации относятся:

- a) самописцы
- b) источники переменного тока
- c) датчики
- d) усилители

Усилитель является одной из основных составных частей:

- a) аппарата УВЧ-терапии
- b) электроэнцефалографа
- c) аппарата для гальванизации
- d) генератора синусоидальных колебаний

Условия усиления электрических сигналов без искажений определяются с помощью:

- a) входной характеристики усилителя
- b) амплитудной и частотной характеристик усилителя
- c) выходной характеристики усилителя

Коэффициент усиления усилителя при изменении частоты электрического сигнала в пределах полосы пропускания:

- a) остаётся постоянным
- b) уменьшается
- c) увеличивается

Одной из основных составных частей электрокардиографа является:

- a) контур пациента
- b) генератор синусоидальных колебаний
- c) электронный усилитель

Длительностью импульса называется:

- a) интервал времени от начала одного импульса до начала следующего импульса
- b) интервал времени от начала импульса до конца этого импульса
- c) интервал времени, в течение которого напряжение нарастает до максимального значения

Простейшая функциональная схема прибора медицинской диагностики состоит из последовательности устройств:

- a) генератор → преобразователь → усилитель
- b) устройство съёма → электронный усилитель → устройство отображения информации
- c) электронный усилитель → датчик → самописец

При усилении электрических сигналов усилителем:

- a) не должна изменяться форма усиливаемых сигналов
- b) не должна изменяться амплитуда усиливаемых сигналов
- c) не должна изменяться мощность усиливаемых сигналов
- d) должно быть изменение частоты усиливаемого сигнала

При УВЧ – терапии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При диатермии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При индуктотермии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При СВВ и ДМВ – терапии, воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле

- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

При гальванизации воздействующим на человека фактором является:

- a) электромагнитные волны
- b) переменное электрическое поле
- c) переменное магнитное поле
- d) переменный электрический ток
- e) постоянный электрический ток

Применение УВЧ – терапии на частотах, принятых в России, эффективно для прогрева:

- a) диэлектрических тканей организма человека
- b) проводящих электрический ток тканей организма человека
- c) слабопроводящих тканей

Применение метода диатермии эффективно для прогрева:

- a) слабопроводящих тканей организма человека
- b) проводящих электрический ток тканей организма человека
- c) метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях

Применение метода индуктотермии эффективно для прогрева:

- a) диэлектрических тканей организма человека
- b) проводящих электрический ток тканей организма человека
- c) метод универсален, применяется и в первом, и во втором случаях

Датчики, в которых под влиянием измеряемой неэлектрической величины происходит изменение одного из его параметров, называются:

- a) активными

b) пассивными

Датчики, которые преобразуют неэлектрические величины непосредственно в электрические (ток, напряжение), называются:

a) активными

b) пассивными

Какой из перечисленных элементов входит в состав генератора синусоидальных колебаний?

a) электрический вентиль

b) колебательный контур

c) электрический фильтр

d) датчик?

Какое физическое явление используется для получения индукционного тока в колебательном контуре?

a) термоэлектронной эмиссии

b) электромагнитной индукции

c) преобразования тепловой энергии в электрическую?

Идеальный колебательный контур состоит из:

a) конденсатора и активного сопротивления

b) катушки индуктивности и конденсатора

c) источника тока и катушки индуктивности

d) активного сопротивления и катушки индуктивности

Контур пациента в аппаратах УВЧ - терапии и индуктотермии:

a) подключен непосредственно к анодной цепи генератора

b) индуктивно связан с колебательным контуром генератора

c) включен в цепь смещения триода



Контур пациента в аппаратах для УВЧ-терапии и индуктотермии перед проведением процедуры настраивается:

- a) на частоту колебательного контура генератора
- b) так, чтобы выполнилось амплитудное условие генерации
- c) так, чтобы выполнилось фазовое условие генерации

Частота колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата определяется:

- a) электроёмкостью конденсатора и индуктивностью катушки индуктивности терапевтического контура
- b) частотой колебаний LC -генератора
- c) тепловым эффектом при проведении терапевтической процедуры

Собственную частоту колебаний терапевтического контура УВЧ – аппарата можно вычислить по формуле ( $L$  и  $C$  – индуктивность и ёмкость конденсатора):

Какие искажения будут наблюдаться для  $U_{вх} = 0,01 \cos(2\pi \cdot 50t)$  [В] в усилителе с полосой пропускания 0,1 - 100 Гц и  $U_{кр} = 0,02$  В?

- a) амплитудные
- b) амплитудные и частотные
- c) частотные
- d) искажений не будет?

Амплитудных искажений усиленного сигнала не будет, если:

- a)  $U_{вх} > U_{кр}$
- b)  $U_{вх} < U_{кр}$

Частотные искажения могут наблюдаться при усилении:

- a) только простых сигналов
- b) только сложных сигналов
- c) любых сигналов

На вход усилителя с полосой пропускания 10 - 200 Гц и  $U_{кр} = 0,05$  В подается синусоидальное напряжение с частотой 500 Гц и амплитудой 30 мВ. Какие искажения будут наблюдаться для этого сигнала?

- a) амплитудные
- b) частотные
- c) амплитудные и частотные
- d) никакие?

Частотных искажений усиливаемого сигнала не будет, если:

- a) амплитуда напряжения не превышает критического значения
- b) все частоты его спектра находятся в пределах полосы пропускания
- c) коэффициент усиления не меняется в пределах полосы пропускания

Амплитудные искажения могут наблюдаться при усилении:

- a) только простых сигналов
- b) только сложных сигналов
- c) тех и других

Формирующие цепи предназначены для:

- a) генерирования импульсных напряжений
- b) преобразования формы импульсных и синусоидальных напряжений
- c) преобразования формы только синусоидальных напряжений

Условием дифференцирования прямоугольных импульсов напряжения RC - цепью является ( $R$  – омическое сопротивление,  $C$  – ёмкость конденсатора):

- a) длительность импульса  $> RC$
- b) длительность импульса  $\gg RC$
- c) длительность импульса  $< RC$
- d) длительность импульса  $\ll RC$

При дифференцировании прямоугольных импульсов получаются импульсы:

- a) остроугольные однополярные
- b) остроугольные разнополярные
- c) треугольные однополярные

При интегрировании прямоугольных импульсов получаются импульсы:

- a) остроугольные однополярные
- b) остроугольные разнополярные
- c) треугольные однополярные

Условием интегрирования прямоугольных импульсов напряжения RC-цепью является ( $R$  – омическое сопротивление,  $C$  – ёмкость конденсатора):

- a) длительность импульса  $< RC$
- b) длительность импульса  $\ll RC$
- c) длительность импульса  $> RC$
- d) длительность импульса  $\gg RC$
- e) длительность импульса  $= RC$

Какая из электрических цепей, изображённых на схемах, является интегрирующей?

Какая из электрических цепей, изображённых на схемах, является дифференцирующей?

Какая цепь изображена на схеме?

- a) интегрирующая
- b) дифференцирующая
- c) ни та ни другая?

Какая цепь изображена на схеме?

- a) интегрирующая
- b) дифференцирующая
- c) ни та ни другая?

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет амплитуду:

- a) 30 мВ
- b) 20 мВ
- c) 60 мкс

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет длительность импульса:

- a) 40 мкс
- b) 10 мкс
- c) 20 мкс

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет длительность паузы:

- a) 10 мкс
- b) 20 мкс
- c) 40 мкс
- d) 60 мкс

Импульсное напряжение, изображённое на графике, имеет период:

- a) 10 мкс
- b) 20 мкс
- c) 40 мкс
- d) 60 мкс

Основной прибор для регистрации высокочастотных процессов является:

- a) самописцы
- b) активные и пассивные датчики
- c) электронно-лучевые трубки
- d) генераторы синусоидальных колебаний

Основными характеристиками устройств регистрации и отображения информации являются:

- a) размеры устройства отображения информации и чувствительность
- b) скорость "развертки" регистрируемого сигнала во времени и диапазон частот
- c) чувствительность и диапазон регистрируемых частот

К низкочастотным устройствам отображения информации относятся:

- a) электромеханические самописцы
- b) источники переменного тока
- c) датчики
- d) усилители

Чувствительностью устройств отображения и регистрации информации является:

- a) отношение частоты отображаемого электрического сигнала к его амплитуде

b) отношение амплитуды отображённого сигнала к амплитуде отображаемого электрического сигнала

c) произведение амплитуды отображённого сигнала и амплитуды отображаемого электрического сигнала

Зависимость коэффициента чувствительности ( $K$ ) устройства отображения и регистрации информации от частоты отображаемого электрического сигнала ( $f$ ) имеет вид:

Контур пациента в аппаратах УВЧ - терапии и индуктотермии:

a) подключен непосредственно к анодной цепи генератора

b) индуктивно связан с колебательным контуром генератора

c) включен в цепь смещения триода

Условием согласования контура пациента и генератора в аппарате УВЧ является:

a) амплитудное условие генерации электромагнитных колебаний в контуре генератора

b) равенство частот электромагнитных колебаний в контуре пациента и в контуре генератора

c) фазовое условие генерации электромагнитных колебаний в контуре генератора

d) совпадение амплитудных условий в контуре генератора и в контуре пациента

Датчики являются элементом:

a) терапевтической аппаратуры

b) диагностических приборов

c) электростимуляторов

Типовая блок – схема электронного диагностического прибора включает в себя следующие обязательные элементы:

а) устройства съёма → контур пациента → устройство отображения и регистрации информации

б) усилитель электрических сигналов → устройства съёма → устройство отображения и регистрации информации

в) устройство съёма → усилитель → устройство отображения и регистрации информации

При усилении синусоидальных электрических сигналов возможны следующие искажения:

а) только амплитудные

б) только частотные

в) амплитудные и частотные

г) фазовые и частотные

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное высокочастотное электрическое поле, называется:

а) методом индуктотермии

б) методом УВЧ – терапии

в) методом диатермии

г) методом гальванизации

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменное высокочастотное магнитное поле, называется:

а) методом индуктотермии

б) методом УВЧ – терапии

в) методом диатермии

г) методом гальванизации

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является переменный высокочастотный электрический ток, называется:

- a) методом индуктотермии
- b) методом УВЧ – терапии
- c) методом диатермии
- d) методом гальванизации

Терапевтический метод, в котором воздействующим на человека фактором является постоянный электрический ток, называется:

- a) методом индуктотермии
- b) методом УВЧ – терапии
- c) методом диатермии
- d) методом гальванизации.

### **Контрольные вопросы для подготовки к зачету и экзамену**

1. Источники биосигналов электрической природы. Понятие о биопотенциалах (БП). Электрические характеристики источников БП.
2. Электрические датчики в медицине. Принцип работы, устройство, разновидности. Параметры датчиков и помехи, связанные с их применением.
3. Классификация помех при электрофизических измерениях. Причины, примеры.
4. Сторонние помехи при электрофизических измерениях на биообъекте. Способы защиты от сторонних помех.
5. Методические помехи при электрофизических измерениях на биообъекте. Способы защиты от методических помех.



6. Структурная схема измерителя биопотенциалов – усилителя БП (УБП). Требования к характеристикам УБП.

7. Понятие об аналого-цифровом преобразовании. Дискретизация и квантование. Апертурное время. Классификация АЦП.

8. Статические параметры АЦП. Динамические параметры АЦП. Шумы АЦП. Структурная схема, принцип действия и параметры параллельных АЦП. Области применения.

9. АЦП последовательного счета и последовательного приближения. Структурная схема, принцип действия, параметры и особенности последовательных АЦП различного типа. Области применения.

10. Многоступенчатые АЦП. Многотактные последовательно-параллельные АЦП. Конвейерные АЦП. Структурная схема, принцип действия, параметры и особенности последовательно-параллельных АЦП различного типа. Области применения. Не вводим

11. Интегрирующие АЦП как способ борьбы с шумами и помехами. Интегрирующие сигма-дельта АЦП и их разновидности. Структурная схема, принцип действия, параметры и особенности сигма-дельта АЦП. Области применения.

12. Понятие о цифро-аналоговом преобразовании. Статические параметры ЦАП. Динамические параметры ЦАП. Шумы ЦАП. Области применения.

13. Структурные схемы, принцип действия и параметры ЦАП с суммированием весовых токов. Особенности схемотехнических решений.

14. Понятие о микроконтроллерах. Классификация и структура МК. Назначение структурных элементов МК и их разновидности.

15. Понятие о процессорном ядре. Классификация архитектуры процессорного ядра. Состав и назначение структурных элементов процессорного ядра.

16. RS- и UART-протоколы обмена данными. Назначение. Организация и характеристики протоколов на физическом уровне.

Особенности организации протоколов на логическом уровне и уровне приложений.

17. USB-протокол обмена данными. Назначение. Организация и характеристики протокола на физическом уровне. Особенности организации протокола на логическом уровне и уровне приложений.

18. I2C- и CAN-протоколы обмена данными. Назначение. Организация и характеристики протоколов на физическом уровне. Особенности организации протоколов на логическом уровне и уровне приложений.

19. Задачи цифровой фильтрации в медицинских электронных системах. Помехи и шумы как случайные процессы. Белый шум и его фильтрация. Усиление шумов при фильтрации.

20. Понятие о нерекурсивных и рекурсивных цифровых фильтрах. Структурные схемы цифровых фильтров.

21. Импульсная реакция идеального и реального фильтра, понятие о частоте Найквиста и главном частотном диапазоне. Явление Гиббса и применение весовых функций.

22. Оптимальная фильтрация. Три основных критерия оптимальности. Условие оптимальности. Система линейных уравнений фильтра Колмогорова-Винера.

23. Этапы методики расчетов нерекурсивных цифровых фильтров. Расчет коэффициентов, импульсная реакция, частотная характеристика на примере фильтра МНК 1-го порядка.

24. Охарактеризуйте основные типы датчиков, используемых в медицине и биологии.

25. Дайте определение величинам: погрешность преобразования, точность и диапазон, порог чувствительности.

26. Измерительные цепи прямого и уравнивающего преобразования.

27. Охарактеризуйте устройство и основные параметры электродов электрокардиографов и электроэнцефалографов, металлических и стеклянных электродов для регистрации внутриклеточных и мембранных потенциалов.
28. Резистивные датчики.
29. Полупроводниковые фотопреобразователи и их использование в медицинской аппаратуре.
30. Охарактеризуйте области применения термодатчиков в медицине.
31. Пьезоэлектрические преобразователи: принцип действия, конструкции, типовое применение в терапевтической и диагностической аппаратуре.
32. Получите основные соотношения, характеризующие действие обратных связей на параметры измерительного усилителя.
33. Опишите устройство и применение измерительных модуляторов и демодуляторов.
34. Приведите и объясните типовые схемы фильтров в аппаратуре биомедицинского назначения.
35. Охарактеризуйте основные схемы построения генераторов.