

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Электроники и биомедицинских технологий

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ
МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ»

Уровень подготовки:
высшее образование – магистратура

Направление подготовки (специальность)
12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность подготовки (профиль, специализация)
Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения: **очная**

Уфа 2015

Исполнитель: _____
доцент *Мирина Т.В.*
Должность *Фамилия И. О.*

Заведующий кафедрой: _____
Жернаков С.В.
Фамилия И.О.

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Расчет и проектирование функциональных узлов медицинской аппаратуры является дисциплиной вариативной части.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки магистра 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "21" ноября 2014 г. № 1497.

Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов профессиональных знаний связанных с разработкой, расчетом и проектированием функциональных узлов медицинской техники для решения задач медицинской диагностики и проведения терапевтических воздействий.

Задачи:

- овладение основами теоретических и практических знаний в области электроники и схмотехники, необходимых специалисту при проектировании биотехнических устройств;
- изучение принципов построения и работы основных аналоговых функциональных узлов, используемых при построении аппаратуры медицинского назначения;
- формирование у магистрантов профессиональных знаний и навыков в вопросах, связанных с проектированием и применением стандартных функциональных узлов на основе современных ИМС для реализации медицинских устройств;
- развитие у магистрантов умений расчета и моделирования электрических схем с использованием современных компьютерных программ.

Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
1	способностью проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований	ПК-6	- основные принципы проектирования биотехнических устройств; - основные типы полупроводниковых аналоговых ИМС, составляющих элементную базу современной электроники, основы ее функционирования; - схмотехнику построения и технические характеристики базовых аналоговых функциональных узлов.	-осуществлять подбор элементной базы; -проводить расчет типовых электронных узлов	-современными программными средствами, применяемыми в практике расчета и моделирования электронных схем

Содержание и структура дисциплины

№	Наименование и содержание разделов
1	<p>Основные принципы построения биотехнических систем: Основные принципы медицинского приборостроения. (обобщенная измерительная система). Понятие измеряемая величина виды и классификация изменяемых величин.</p> <p>Понятие датчик (сенсор). Генераторные и модуляторные датчики. Преобразование сигнала датчика. Способы отображения выходных данных. Назначение вспомогательных цепей и устройств. Альтернативные режимы измерения. Прямые и косвенные измерения. Сбор данных в непрерывном и дискретном режимах. Аналоговые и цифровые измерения. Измерения в реальном и отсроченном времени. Ограничения медицинских измерений. Обработка сигналов, выбор датчика.</p>
2	<p>Усилители биологических сигналов: Измерительные усилители (определение, классификация ОУ). Основные понятия и обозначения (условное обозначение, назначение выводов, эквивалентная схема замещения).</p> <p>Основные параметры ОУ: входное напряжение; предельное входное напряжение; динамический диапазон; дифференциальное входное напряжение; синфазное входное напряжение; напряжение смещения; входные токи; разность входных токов; входное сопротивление для дифференциального сигнала; входное сопротивление для синфазного сигнала; входной импеданс; коэффициент ослабления синфазного сигнала; диапазон синфазных входных напряжений; температурные дрейфы напряжения смещения и входных токов; напряжение шумов, приведенное ко входу; коэффициент влияния нестабильности источника питания на напряжение смещения; выходное сопротивление; максимальные выходные напряжение и ток; выходная мощность; КПД; коэффициент преобразования (усиления) (подразделение коэффициентов усиления); частота единичного усиления; скорость нарастания; ток (напряжение) управления. Эксплуатационные параметры ОУ. Характеристики преобразования (АЧХ, ФЧХ, амплитудная и переходная характеристика). Время нарастания, время установления и время восстановления. Требования к ОУ. Понятия ОС. ПОС, ООС. Понятие о коэффициенте ОС, петлевом усилении, глубине ОС. Влияние ОС на коэффициент усиления, входное сопротивление и выходное сопротивление. Основные схемы включения ОУ (основные характеристики схем): Инвертирующее включение ОУ Инвертирующее включение ОУ с Т-образным включением резисторов обратной связи. Неинвертирующее включение ОУ. Повторитель напряжения. Типы операционных усилителей (усилители общего назначения, быстродействующие усилители, прецизионные усилители, микромощные усилители, программируемый ОУ, мощные и высоковольтные операционные усилители. Широкополосные измерительные усилители. Измерительный усилитель на одном ОУ. Многоходовой сумматор – вычитатель. Измерительный усилитель на двух ОУ; Дифференциальный усилитель для больших синфазных сигналов. Измерительный усилитель на трех ОУ. Схема масштабирования.</p> <p>Логарифмические усилители. ОУ с однополярным питанием, реализующий передаточную функцию: $U_{OUT} = +mU_{IN} + b$. ОУ с однополярным питанием, реализующий передаточную функцию: $U_{OUT} = +mU_{IN} - b$; ОУ с однополярным питанием, реализующий передаточную функцию: $U_{OUT} = -mU_{IN} + b$; ОУ с однополярным питанием, реализующий передаточную функцию: $U_{OUT} = -mU_{IN} - b$;</p>
3	<p>Устройства для преобразования и сравнения биологических сигналов: Назначение фильтров, классификация фильтров по четырем признакам. Активные фильтры низких частот (Баттерворта, Чебышева, инверсный Чебышева, эллиптический (Кауэра), Бесселя. Сравнение АЧХ активных ФНЧ четвертого порядка. Исходные данные для расчета фильтров. Схемы активных фильтров ФНЧ первого порядка (схемы: инвертирующая, неинвертирующая, передаточная функция фильтров коэффициент передачи, частота среза). Схемы активных фильтров ФНЧ 2-го порядка (структуры Саллена-Кея, Рауха коэф. передачи, частота среза, свойства, достоинства, недостатки. Схемы активных фильтров ФВЧ первого порядка (схемы: инвертирующая, неинвертирующая, передаточная функция фильтров коэф. передачи, частота среза). Схемы активных фильтров ФВЧ второго порядка (структуры Саллена-Кея, Рауха коэф. пере-</p>

дачи, частота среза свойства, достоинства, недостатки. Полосно-пропускающий фильтр (ФПП) первого порядка с вещественными полосами (схема, АЧХ, перед. функция частоты среза коэффициент усиления). Фазовый фильтр (ФФ) первого порядка (принцип работы, передаточная функция, фазовый сдвиг, коэффициент усиления). Понятия о фильтрах на основе метода переменных состояний. Фильтры на коммутируемых (переключаемых) конденсаторах (объяснение метода с помощью простейшей структуры, преимущества и недостатки). Упрощенная схема интегратора с применением коммутируемого конденсатора (схема, передаточная функция, частотная характеристика, выходное напряжение, постоянная времени).

Интегратор (определение, основные схемы интеграторов: пассивный RC -интегратор; интегратор на OU ; АЧХ интегратора на OU) принцип работы, формулы, недостатки. Передаточная функция, диапазон рабочих частот, входное сопротивление, скорость дрейфа выходного напряжения, выходное напряжение смещения. Интегрирование суммы нескольких входных сигналов; интегрирование разности двух сигналов (ограничения). Рекомендации по выбору элементов (OU и конденсаторов). Интегрирующие усилители на основе ИМС.

Дифференциатор (определение, основные схемы дифференциаторов: пассивная дифференцирующая RC - цепь; дифференциатор на OU ; АЧХ дифференциатора на OU) принцип работы, формулы, недостатки. Передаточная функция, диапазон рабочих частот, входной импеданс, выходное напряжение смещения. Дифференцирование суммы нескольких входных сигналов; дифференцирование разности двух сигналов (ограничения). Рекомендации по выбору элементов (OU и конденсаторов).

Преобразователь тока в напряжение ($ПТН$) на одном операционном усилителе (схема, коэффициент преобразования, входное сопротивление, пределы измеряемых токов). Погрешности смещения, погрешности коэффициента усиления. Применение T -образной связи в $ПТН$. Частотная характеристика, шум, помехи. Преобразователь напряжения в ток ($ПНТ$) на одном OU (схемы: инвертирующая и неинвертирующая; коэффициенты преобразования, входное сопротивление, выходное сопротивление, выходной ток смещения, максимальный выходной ток). $ПНТ$ с дифференциальным входом (выходной ток, выходное сопротивление, коэффициент преобразования синфазного напряжения, общий коэффициент ослабления синфазного сигнала, выходной ток смещения). $ПНТ$ с увеличением размаха напряжения на нагрузке. Интегральные микросхемы $ПНТ$.

Пиковые детекторы (пиковый детектор максимумов, минимумов принцип работы, режим слежения, хранения). Двухкаскадный пиковый детектор на OU (схема, принцип работы, рекомендации по выбору элементов). Инвертирующий пиковый детектор (схема, принцип работы). Пиковый детектор абсолютного значения. Пиковый детектор с общей обратной связью. Пиковый детектор с общей обратной связью: инвертирующая, неинвертирующая схемы, и схема с дифференциальным входом. Многоходовой пиковый детектор.

Рекомендации по выбору элементов (конденсаторов, OU , диодов) Пиковые детекторы на базе микросхем (пиковый детектор на основе $УВХ$; пиковый детектор на основе $ЦАП$).

Компараторы (определение, условное графическое изображение, выходное напряжение, внутренняя структура, отличия от OU). Параметры компараторов: чувствительность; гистерезис (схема компаратора с $ПОС$, передаточная характеристика: идеальная, реальная, формулы для нахождения напряжений переключения, ширина петли гистерезиса); время переключения; напряжение перевозбуждения; напряжение смещения нуля; температурно-временной дрейф; зона неопределенности; диапазон синфазных сигналов; коэффициент ослабления синфазного сигнала; диапазон дифференциальных сигналов; выходное напряжение $\log.0$ и $\log.1$; значение входных сопротивлений: дифференциального, синфазного; общие технические параметры. Методы повышения помехоустойчивости компараторов напряжения, стробирующий компаратор с памятью и его особенности. Детектор нулевого уровня (схема, диаграмма, принцип работы). Компаратор на основе OU (особенности работы, схема включения OU компаратором, принцип работы, формулы). Однопороговый и двухпороговые компараторы.

4

Генераторы сигналов. Таймеры. Генераторы сигналов (опр-е, требования к тех. характеристикам, классификация автогенераторов). «Мягкий» и «жесткий» режимы возбуждения генераторов. Генераторы синусоидальных колебаний с мостом Вина. RC -генератор с лестничной потенциально-токовой RC -цепью. Релаксационные генераторы (инвертирующая и неинвер-

	<p>тирующая схемы). Мультивибратор на ОУ. Генераторы, управляемые электрическим напряжением. Схема преобразователя напряжение частота. Генератор колебаний прямоугольной и треугольной форм. Функциональные генераторы.</p> <p>Таймеры (определение, классификация). Структурные схемы одноконтурного и многоконтурного таймера. Специализируемые и программируемые таймеры. Одновибратор на одноконтурном таймере КР1006ВИ1 (NE555). Одновибраторы, запускаемые включением напряжения питания. Мультивибратор на основе интегрального таймера К1006ВИ1 (определение, структурная схема таймера, схема включения микросхемы, временная диаграмма работы).</p>
5	<p>Устройства для точного перемножения/деления электрических сигналов, компараторы сигналов: Перемножители (определение, понятия: четырехквadrантный, двухквadrантный, одноквadrантный перемножитель). Три способа умножения (косвенное, квазиумножение и прямое умножение). Параболический перемножитель (двучленный, трехчленный). Структурная схема параболического перемножителя с суммированием (принцип работы, достоинства, недостатки). Логарифмический перемножитель. (Структурная схема, принципиальная схема одноквadrантного логарифмического перемножителя/делителя принцип работы, достоинства, недостатки). Перемножители на основе амплитудно-широко импульсной модуляции упрощенная структурная схема, диаграмма напряжений, принцип работы, достоинства, недостатки. Универсальный аналоговый перемножитель сигналов (структурная схема УАПС схема включения УАПС в режиме перемножения двух сигналов. Основные параметры АПС (погрешность перемножения, нелинейность перемножения, остаточное напряжение по входам, динамические параметры полоса пропускания, скорость нарастания, время установления и время восстановления выходного напряжения).</p>
6	<p>Гальваническая развязка, используемая при построении биотехнических систем: Усилители с гальванической развязкой цепей. Блок-схема изолирующего усилителя. Изолирующие усилители с тремя видами связи: <i>трансформаторная, оптическая и емкостная</i>. Блок-схема развязывающего усилителя с трансформаторной связью. Гальванически развязывающий усилитель с модуляцией/демодуляцией (МДМ). Схема изолирующего усилителя с оптической связью. Гальваническая развязка с линейной оптопарой <i>PS8741 (Nec electronics)</i> в изолирующем усилителе. Схема реализации линейного изолирующего усилителя на <i>PS8741</i>. схема реализации линейного изолирующего усилителя на <i>PS8741</i> для переменного тока. Изолирующий усилитель с емкостной связью.</p>
7	<p>Нелинейные преобразователи электрического сигнала: Логарифмические и экспоненциальные преобразователи. Выпрямители электрического сигнала..</p>

Подробное содержание дисциплины, структура учебных занятий, трудоемкость изучения дисциплины, входные и исходящие компетенции, уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенций, учебно-методическое, информационное, материально-техническое обеспечение учебного процесса изложены в рабочей программе дисциплины.