

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной и воспитательной работе
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

 И. Э. Бученков

« 29 »  2021 г.

Регистрационный № УД-1006-21 /уч.



МЕДИЦИНСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования по
учебной дисциплине для специальности:
1-31 04 05 Медицинская физика

2021 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО № 1-31 04 05-2019 от 29.12.2018 и учебного плана учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета для специальности 1-31 04 05 Медицинская физика №107-18/уч. от 31.08.2018.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л. А. Липницкий, доцент кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 18.06.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 24.06.2021 г.).

Пояснительная записка

Электроника – это область науки и техники, изучающая взаимодействие с электромагнитными полями заряж

енных частиц, а также использующая методы разработки электронных устройств и приборов. Медицинская электроника –раздел электроники, в которых рассматриваются особенности применения электронных систем для решения медико-биологических задач, а также устройство соответствующей аппаратуры. Получение теоретических представлений об основах электроники и их применение для построения современного медицинского электронного оборудования позволят обеспечить практические навыки на уровне, позволяющем осуществлять грамотное техническое обслуживание указанного электронного оборудования, находящегося в эксплуатации, а также автоматизированных технологических процессов, применяемых при измерении различных физических величин, имеющих неэлектрическую и электрическую природу происхождения.

Возрастание количества измерений, нарастание сложности аппаратуры, повышение требований к точности, расширение использования математических методов обработки результатов измерений и обнаружения ошибок приводит к значительному росту трудоемкости и стоимости измерений и требует создание специализированных автоматизированных средств измерений.

Непрерывное развития медицины невозможно без электроники и средств автоматизации процессов. Названные направления требуют обеспечения такой профессиональной подготовки специалистов, при которой они будут располагать системой знаний, умений и навыков в актуальных для них областях электроники и автоматизации измерений.

Цель учебной дисциплины: теоретическая и практическая подготовка медицинских физиков в области аналоговой и цифровой электроники, аналоговой и цифровой обработки сигналов в автоматизированных измерительных системах, ознакомление с явлениями и принципами, лежащими в основе устройств и работы электронных приборов, применяемых в медицине и при автоматизации измерений.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование четких представлений о принципах действия электронных устройств, позволяющих участвовать в работе по их эксплуатации тесном контакте со специалистами в области электротехники и электроники;

- овладение знаниями по принципам действия аналоговых, цифровых и преобразовательных устройств, а также их использованию в электронных и автоматизированных информационных и управляющих системах медицинских установок;

- формулирование задания по разработке электронной и электроизмерительной аппаратуры и оценке их на совместимость с другими медицинскими устройствами;

- выработка умения оценивать технико-экономическую эффективность применения современной элементной базы электроники в автоматизирован-

ных системах и определять их основные параметры;

- квалифицированно формулировать задания на разработку медицинской электронной и измерительной аппаратуры и оценивать ее совместимость с другими устройствами.

Подготовка специалиста в рамках дисциплины «Медицинская электроника» должна обеспечить формирование следующих групп компетенций (СК-8): быть способным обеспечивать управление программными комплексами для медицинских установок и устройств.

В результате усвоения учебной дисциплины студент должен

знать:

– основные электротехнические законы и методы анализа электрических и магнитных цепей;

– назначение и принцип действия основных узлов оборудования, содержащих электронные устройства и автоматизированные устройства измерения;

– общие принципы измерения основных электрических величин, связанных с профилем инженерной деятельности;

– роль и назначение первичных преобразователей, процессоров, программно-аппаратных комплексов для автоматизации измерений;

уметь:

– определять электрические и электронные схемы;

– экспериментально определять параметры и характеристики типовых электронных устройств;

– производить измерения электрических величин;

– работать с современной радиоизмерительной аппаратурой;

– работать с современными цифровыми устройствами;

владеть:

– общими принципами измерения основных электрических величин;

– методикой чтения электрических схем и определения характеристик типовых электрических устройств.

– методологией выбора электронных изделий для обеспечения функционирования автоматизированных измерительных и управляющих систем;

– навыками практической работы с современными системами схемотехнического моделирования и анализа электронных и автоматизированных измерительных устройств, измерительных преобразователей.

Связь с другими дисциплинами базируется на знаниях, полученных в результате прохождения математического анализа, электричества и магнетизма, основ научных исследований и инновационной деятельности. Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов с рекомендуемой литературой, интернет-источниками и так далее, а также использование современных программных и технических средств при выполнении лабораторных занятий.

Учебным планом по дисциплины предусмотрено 250 ч, из них аудиторных занятий – 128 ч (78 ч – лекции, 50 ч – лабораторные занятия).

Форма текущей аттестации – экзамен 7-ом семестре.

Форма получения высшего образования – очная.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Основные понятия медицинской электроники

Предмет «Медицинская электроника и автоматизация измерений» и его задачи. Структура и содержание разделов курса. История развития электроники.

Классификация медицинской техники. Медицинские приборы, аппараты, комплексы и оборудование. Понятие и принципа работы контрольно-диагностической аппаратуры. Обобщенная структурная схема контрольно-диагностической аппаратуры. Классификация терапевтической аппаратуры. Кибернетические электронные устройства – определение и принцип построения. Структурная схема медицинского прибора. Основные характеристики медицинского прибора.

Тема 2. Основные элементы и законы цепей

Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Электрический потенциал и разность потенциалов. Электрический ток. Пассивные элементы цепи (идеальные и реальные). Сопротивление. Индуктивность. Емкость.

Тема 3. Анализ электрических цепей в режиме постоянного тока

Источники и приемники электрической энергии. Активные и пассивные элементы. Линейная электрическая цепь. Графическое изображение электрической цепи. Идеальный и реальный источник напряжения. Идеальный и реальный источник тока. Элементы электрической цепи.

Тема 4. Расчет электрических цепей в режиме постоянного тока

Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Закон Ома. Энергетический баланс в электрической цепи. Эквивалентные преобразования пассивных участков электрической цепи. Расчет цепей методом эквивалентных преобразований. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов.

Тема 5. Анализ линейных электрических цепей синусоидального тока

Основные определения и понятия переменного и однофазного синусоидального тока. Действующее и среднее значения тока. Сдвиг фаз. Получение синусоидальной ЭДС. Способы представления синусоидальных напряжений и токов. Анализ электрической цепи с пассивным двухполюсником.

Сопротивление, индуктивность и емкость в цепи синусоидального тока. Энергетические соотношения в цепях переменного тока. Активная, реактивная и полная мощность. Коэффициент мощности. Баланс мощностей для цепей синусоидального тока.

Последовательное соединение R-, L-, C-элементов. Анализ цепи при различных соотношениях реактивных сопротивлений. Резонанс напряжений. Параллельное соединение R-, L-, C-элементов и его анализ. Резонанс токов. Смешанное соединение R-, L-, C-элементов и его анализ.

Тема 6. Анализ трехфазных электрических цепей синусоидального тока

Основные определения. Трехфазный источник электрической энергии. Способы соединения фаз трехфазного источника электрической энергии. Соединение трехфазного источника электрической энергии и приемника электрической энергии по схеме «звезда» и по схеме «треугольник». Мощность трехфазной цепи.

Тема 7. Переходные процессы в линейных цепях

Понятие переходного процесса и коммутации. 1-й и 2-ой законы коммутации. Независимые и зависимые начальные условия. Принужденная и свободная составляющие. Классический метод расчета переходных процессов. Расчет переходного процесса для RL-цепи и RC-цепи. Время переходного процесса и постоянная времени.

Тема 8. Нелинейные электрические цепи

Определение нелинейных элементов. Параметры нелинейных резисторов. Методы расчета нелинейных цепей. Графический метод расчета нелинейных электрических цепей постоянного тока. Расчет последовательного, параллельного и смешанного соединения.

Тема 9. Магнитные цепи и измерительные трансформаторы

Определение магнитного поля. Индукция магнитного поля. Напряжённость магнитного поля. Магнитный поток. Магнитная цепь. Магнитодвижущая (намагничивающая) сила. Магнитные свойства вещества. Ферромагнитные материалы. Кривая намагничивания. Петля гистерезиса. Разновидности магнитных цепей. Законы магнитных цепей.

Закон непрерывности магнитного потока. Закон Ома для неразветвленной магнитной цепи. Законы Кирхгофа для магнитной цепи. Расчет простых магнитных цепей: прямая задача и обратная задача. Аналогия магнитных и электрических цепей. Электромагниты.

Принцип действия трансформатора, режимы работы. Внешняя характеристика и коэффициент полезного действия трансформатора. Автотрансформатор. Измерительные трансформаторы.

Тема 10. Сигналы и их спектральный анализ

Классификация сигналов. Формы представления детерминированных сигналов. Цели и методы обработки физических сигналов. Спектральный анализ периодического и непериодического сигналов.

Тема 11. Преобразование сигналов линейными цепями с постоянными параметрами

Основные понятия линейных электрических цепей. Спектральный анализ цепи с линейными параметрами. RC-цепи интегрирующего типа (фильтры нижних частот). RC-цепи дифференцирующего типа (фильтры верхних частот). Частотно-избирательные цепи.

Тема 12. Электробезопасность при работе с медицинскими электронными

устройствами

Действие электрического тока на организм человека. Факторы, влияющие на поражение электрическим током человека. Сопротивление тела человека. Схема возникновения пробоя на корпус. Токи утечки. Заземление корпуса. Зануление корпуса. Основные требования электробезопасности. Надежность медицинской электронной аппаратуры. Связь между вероятностью безотказной работы и интенсивностью отказов.

Тема 13. Метрология в медико-биологических измерениях

Определение, предмет и средство метрологии. Понятие медицинской метрологии. История и современные тенденции в метрологии. Международная система единиц. Национальная система метрологического обеспечения. Разделы метрологии. Цели и задачи метрологии. Основные понятия и определения метрологии. Метод измерений. Классификация измерений. Классификация средств измерений и их основные характеристики. Нормирование метрологических характеристик средств измерений.

Тема 14. Обработка результатов измерений

Основные понятия погрешности измерений, системной, случайной погрешностей и промахов. Математическая обработка результатов измерений при наличии только случайных ошибок. Плотность вероятности распределения случайной величины. Закон Гаусса. Доверительный интервал. Доверительная вероятность. Коэффициент Стьюдента. Абсолютная и относительная погрешность.

Приборная погрешность измерительных инструментов. Прямые и косвенные измерения. Обработка результатов. Точность вычислений. Форма записи результатов. Построение графиков зависимости.

Тема 15. Характеристики измерительных приборов и эталоны

Характеристики измерительных приборов и требования, предъявляемые к приборам. Требования, предъявляемые к электроизмерительным приборам. Эталоны, образцовые и рабочие меры, системы единиц измерения. Понятие меры. Система единиц измерений. Государственный реестр средств измерений.

Тема 16. Электрические измерения и приборы

Классификация электроизмерительных приборов. Расширение диапазона измерений. Теоретические основы электрических измерений в цепях постоянного и переменного тока. Измерение тока и напряжения. Измерение мощности в цепях постоянного тока. Измерение активной и реактивной мощности в однофазной цепи. Измерение активной и реактивной мощности в трехфазной цепи. Измерение частоты. Аналоговые и цифровые устройства измерения мощности. Цифровые измерительные приборы.

Тема 17. Основные понятия систем автоматического регулирования

Теоретические основы автоматики. Основные определения и понятия. Функциональная схема и основные элементы автоматического регулирования.

Системы автоматического регулирования, цель регулирования, закон изменения регулируемой величины. Классификация систем автоматического регулирования (САР). Замкнутые и разомкнутые САР, синтез и анализ САР. Типы обратной связи. Принципы регулирования. Основные динамические звенья САР и их характеристики.

Тема 18. Телеизмерения и информационные системы

Принципы действия телеизмерительных систем. Определение телеметрии и телемеханики. Назначение и области применения телеизмерений. Общая блок-схема телеметрической системы. Кодирования сигнал при передаче сигнала в телеметрии. Классификация телеметрических систем. Достоинства и недостатки телеметрических систем. Измерительные информационные системы, их назначение и классификация.

Тема 19. Измерительные преобразователи. Датчики и электроды биологических сигналов

Цель измерений и основные понятия. Понятие измерительного преобразователя, датчика и электрода. Классификация измерительных преобразователей. Биоуправляемые и энергетические измерительные преобразователи. Принцип работы генераторных и параметрических датчиков.

Физические принципы работы медико-биологических измерительных преобразователей. Пьезоэлектрические измерительные преобразователи. Термоэлектрические преобразователи. Фотоэлектрические датчики. Резистивные потенциометрические и тензорезистивные измерительные преобразователи. Емкостные, индуктивные, ультразвуковые измерительные преобразователи.

Электроды, их принцип действия и классификация. Основные требования, предъявляемые к электродам. Особенности применения. Виды электродов при физиотерапии.

Тема 20. Полупроводниковые приборы

Основные свойства полупроводников. Полупроводники n- и p-типа. Электронно-дырочный переход. Вольтамперная характеристика p-n – перехода. Полупроводниковые диоды. Классификация и отличия различных полупроводниковых диодов.

Биполярные транзисторы: устройство, режимы работы. Активный режим биполярного транзистора. Схемы включения транзисторов. Полевые транзисторы. МОП-транзисторы. Ключевой режим работы транзисторов.

Тема 21. Электронные усилители

Принцип устройства усилителей. Классификация и характеристики усилителей. Частотные и временные характеристики. Линейные и нелинейные искажения в усилителях. Параметры многокаскадных усилителей. Усилители на биполярных транзисторах. Избирательные усилители.

Обратная связь в усилителях. Отрицательная и положительная обратная связь. Внутренняя, внешняя и паразитная обратная связь. Местной и общая обратной связью. Комплексный коэффициент усиления усилителя с обратной связью. Типы обратной связи. Влияние отрицательной обратной связи на ха-

рактеристики усилителей.

Тема 22. Генераторы электрических колебаний

Генератор сигналов и его определение, основными параметрами колебаний. Классификация генераторов. Автогенератор, его обобщенная структурная схема и основные элементы. Процесс возбуждения колебаний в автогенераторе. LC-автогенераторы.

Тема 23. Представление информации в информационных системах

Системы счисления и коды. Кодирование символов. Перевод чисел из одной системы счисления в другую. Представление отрицательных чисел. Прямой, обратный и дополнительный коды.

Тема 24. Основы булевой алгебры

Основы булевой алгебры. Булевы функции одной и двух переменных. Функции НЕ, И, ИЛИ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ и другие. Таблицы истинности. Логические элементы. Совершенные нормальные формы. Минимизация булевых функций.

Тема 25. Комбинационные схемы

Основные определения. Анализ и синтез комбинационных схем. Сумматоры и вычитатели. Схемы сравнения двоичных чисел. Преобразователи кода. Шифраторы и дешифраторы. Селекторы-мультиплексоры и демультимплексоры. Структурные схемы. Временные диаграммы сигналов.

Тема 26. Цифровые процессоры

Аппаратный и программный принцип реализации логики цифровых процессоров. Архитектура цифровых процессоров: Фон-Неймана и гарвардская. Аппаратное и программное обеспечение. Шинная организация цифровых процессоров. Базовая структура микропроцессорной системы.

Структурная схема микропроцессора. Команды микропроцессора. Способы адресации. Процесс выполнения команд. Порты ввода/вывода. Система прерываний. Языки программирования микроконтроллерных систем.

Тема 27. Устройства индикации

Приборы и устройства индикации. Электронный индикатор, активный и пассивных индикаторов. Виды индикации информации. Шкальные индикаторы. Жидкокристаллические индикаторы. Формирование напряжения для работы жидкокристаллического индикатора.

Тема 28. Методы медицинской визуализации

Рентгенодиагностика и рентгенология. Рентгенография и рентгеноскопия. Ультразвуковая диагностика. Компьютерная томография. Магниторезонансная томография. Радионуклеидная диагностика. Ангиография. Интервенционная радиология. Информационные технологии для автоматизации деятельности медицинского учреждения и в медицинских лабораторных исследованиях.

Учебно-методическая карта дисциплины (дневная форма получения высшего образования)

Номер темы	Наименование темы и (или) содержание	Количество аудиторных часов				Номер методического средства	Учебно-методические материалы	Номер формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа			
Семестр 4								
1	Введение. Основные понятия медицинской электроники	2	–	–	–	1, 2, 3	[1], [2], [3]	1, 2
2	Основные элементы и законы цепей	2	–	4	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
3	Анализ электрических цепей в режиме постоянного тока	2	–	4	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
4	Расчет электрических цепей в режиме постоянного тока	2	–	4	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
5	Анализ линейных электрических цепей синусоидального тока	4	–	8	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
6	Анализ трехфазных электрических цепей синусоидального тока	2	–	4	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
7	Переходные процессы в линейных цепях	2	–	–	–	1, 2, 3	[1], [2], [3]	1, 2
8	Нелинейные электрические цепи	2	–	–	–	1, 2, 3	[1], [2], [3]	1, 2
9	Магнитные цепи и измерительные трансформаторы	4	–	–	–	1, 2, 3	[1], [2], [3]	1, 2
10	Сигналы и их спектральный анализ	2	–	4	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
11	Преобразование сигналов линейными цепями с постоянными параметрами	4	–	8	–	1, 2, 3, 6	[1], [2], [3], [6]	1, 2, 4, 5
12	Электробезопасность при работе с медицинскими электронными устройствами	4	–	–	–	1, 2, 3	[1], [2], [3]	1, 2, 4, 5
13	Метрология в медико-биологических измерениях	4	–	–	–	1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
14	Обработка результатов измерений	4	–	–	–	1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
15	Характеристики измерительных приборов и эталоны	2	–	–	–	1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
16	Электрические измерения и приборы	4	–	4	–	1, 2, 3, 6	[1], [4], [5], [6]	1, 2, 4, 5
17	Основные понятия систем автоматического регулирования	4	–	–	–	1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2

18	Телеизмерения и информационные системы	2				1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
19	Измерительные преобразователи. Электроды и датчики биологических сигналов	4				1, 2, 3	[1], [3], [5]	1, 2
20	Полупроводниковые приборы	4				1, 2, 3	[1], [3], [5]	1, 2
21	Электронные усилители	2				1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
22	Генераторы электрических колебаний	2				1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
23	Представление информации в информационных системах	2				1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
24	Основы булевой алгебры	2		4		1, 2, 3, 6	[1], [4], [5], [6]	1, 2, 4, 5
15	Комбинационные схемы	2		6		1, 2, 3, 6	[1], [4], [5], [6]	1, 2, 4, 5
26	Цифровые процессоры	2				1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
27	Устройства индикации	2				1, 2, 3	[1], [4], [5]	1, 2
28	Методы медицинской визуализации	4				1, 2, 3	[2], [3]	1, 2
	ИТОГО	78		50				

Информационно-методическая часть

Инновационные подходы и методы преподавания дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие инженерной культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Перечень лабораторных и практических работ и их содержание

№ п/п	Наименование тем	Содержание
1	Лабораторное занятие № 1. Анализ цепей с помощью ЭВМ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные свойства и законы электрических цепей. 2. Анализ схем по постоянному току с помощью ЭВМ (пакет OrCAD). 3. Токи и напряжения в цепях постоянного тока.
2	Лабораторное занятие № 2. Расчет цепей методом эквивалентных преобразований	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет цепи со смешанным соединением элементов 2. Расчет цепи преобразованием соединения треугольник соединением звезда 3. Расчет цепей методом непосредственного применения законов Кирхгофа 4. Расчет цепей методом контурных токов 5. Расчет цепей методом узловых потенциалов
3	Лабораторное занятие № 3. Источники электрической энергии	<ol style="list-style-type: none"> 1. Идеальный источник напряжения 2. Реальный источник напряжения 3. Реальный источник постоянного тока
4	Лабораторное занятие № 4. Анализ цепей переменного тока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Просмотр и обработка результатов моделирования цепей переменного тока с активным сопротивлением, емкостным и индуктивным элементами. 2. Получение временных диаграмм напряжения, тока и мощности. 3. Определение фазового сдвига тока относительно напряжения. 4. Векторные диаграммы токов и напряжений. 5. Анализ мгновенной, полной, активной и реактивной мощностей в сопротивлении, емкости и индуктивности.
5	Лабораторное занятие № 5. Анализ цепей синусоидального тока с последовательным соединением активных и реактивных элемента-	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ исследуемой цепи с использованием САПР OrCAD 2. Определение реактивного емкостного, реактивного индуктивного, и полного сопротивления цепи. 3. Изучение влияния частоты входного синусоидального напряжения на полное и реактивные сопротивления цепи.

	ми	<ol style="list-style-type: none"> 4. Получение зависимость тока исследуемой схемы от частоты. Определение резонансного значения тока. 5. Получение зависимости угла фазового сдвига тока относительно напряжения в зависимости от частоты.
6	Лабораторная работа № 6. Трехфазные цепи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Амплитудно-фазовые соотношения для ЭДС в трехфазном генераторе. 2. Измерение линейных и фазных напряжений. 3. Соединение фаз трехфазного генератора звездой 4. Амплитудно-фазовые соотношения между напряжениями и токами в трехфазной цепи при различных соединениях фаз генератора и нагрузки: <ol style="list-style-type: none"> а) соединение Y/Y_0 ("звезда - звезда с нулевым проводом"); б) соединение Y/Y ("звезда - звезда"); в) соединение Y/Δ ("звезда - треугольник")
7	Лабораторная работа № 7. Анализ спектральных характеристик сигналов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ амплитудного и фазового спектров гармонического, сигнала, сигналов треугольной и прямоугольной формы 2. Проведение спектрального анализа с использованием метода Фурье 3. Синтез периодических сигналов
8	Лабораторное занятие № 8. Исследование RC-цепей интегрирующего типа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики RC-цепей интегрирующего типов 2. Переходная характеристика RC-цепей интегрирующего типов 3. Прохождение прямоугольных импульсов через RC-цепь интегрирующего типа
9	Лабораторное занятие № 9. Исследование RC-цепи дифференцирующего типа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики RC-цепей дифференцирующего типов 2. Переходная характеристика RC-цепей интегрирующего типов 3. Прохождение прямоугольных импульсов через RC-цепь интегрирующего типа
	Лабораторное занятие № 10. Исследование резонансной частоты в контуре	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристик контура 2. Влияние величины сопротивления на добротность контура 3. Исследование работы контура на резонансной частоте
	Лабораторное занятие № 11. Моделирование логических элементов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Статическое и динамическое моделирование логических элементов 2. Таблицы истинности и получение структурных формул 3. Создание кодовых комбинаций 4. Логические элементы НЕ, 2И-НЕ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ
	Лабораторное занятие № 12. Синтез комбинационных схем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Составление таблицы истинности булевой функции 2. Минимизация функции с помощью карт Карно 3. Построение комбинационных схем 4. Получение временные диаграммы входных и выходного сигналов комбинационной схемы и составления по ней таблицы истинности.

**Перечень методических средств (наглядных и других пособий,
методических указаний, специального программного
обеспечения и т. п.)**

№ п.п.	Наименование или назначение	Вид
1	Проектор, компьютер, экран	Компьютерная мультимедийная проекционная система
2	Microsoft Windows	Операционная система
3	Microsoft Office	Прикладное программное обеспечение
4	OrCAD	Система автоматизированного проектирования

Формы контроля знаний

№ п/п	Форма
1	Выборочный контроль на лекциях
2	Проверка конспектов лекций студентов
3	Проведение контрольных работ на потоке
4	Тестирование перед проведением лабораторных занятий
5	Собеседование при защите отчетов по лабораторным занятиям
6	Аттестация по индивидуальной работе
7	Проведение зачета по курсу

Рекомендуемая литература

Основная

1. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021 – 176 с.
2. Бакалов, В. П. Медицинская электроника: основы биотелеметрии: учебное пособие / В. П. Бакалов. – Москва: Юрайт, 2021. – 326 с.
3. Медицинская электроника: учебник / М. И. Базарбаев [и др.]. – Ташкент: ИПДТ им. Чулпана, 2019. – 224 с.
4. Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов: учебник для вузов. / С. В. Дворников, С. В. Мичурин, А. Ф. Крячко. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 512 с.
5. Шалыгин, М.Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: учеб. пособие для бакалавров / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 172 с.
6. Алехин, В. А. OrCAD. 17.2. Анализ и проектирование электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. А. Алехин. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2019. – 328 с.

Дополнительная

7. Синдеев, Ю. Г. Электротехника с основами электроники: учеб. пособие / Ю. Г. Синдеев. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2018. – 407 с.

8. Миловзоров, О. В. Электроника: учебник для прикл. бакалавриата / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. – Москва: Юрайт, 2019. – 334 с.
9. Лурье, М. С. Электротехника и электроника: курс лекций / М. С. Лурье, О. М. Лурье. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 417 с.
10. Яновский, В. П. Ядерная электроника и электротехника: учеб. пособие / В. П. Яновский. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 608 с.

**Протокол согласования учебной программы
с другими дисциплинами специальности**

Название дисциплины, изучение которой связано с дисциплиной рабочей программы	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложения кафедры об изменениях в содержании рабочей программы	Решение кафедры, разрабатывавшей рабочую программу (с указанием даты и номера протокола)

Данная программа не требует согласования с другими дисциплинами

Зав. кафедрой энергоэффективных технологий

Л.А. Липницкий