

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра микро- и наноэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

директор института технологий и
инженерной механики


Могильная Е.П.
«18» _____ 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«СХЕМОТЕХНИКА»

По направлению подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Профиль «Электронные приборы и устройства»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Схемотехника» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. – 42 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Схемотехника» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 года № 927.

СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Войтенко В.А.;

к.т.н., доцент Войтенко Г.О.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники «14» 04 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

микро- и нанoeлектроники  Войтенко В. А.

Переутверждена: « » 202 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики  С. Н. Ясуник

© Войтенко В.А., Войтенко Г.О., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – изучение принципов работы аналоговых и цифровых схем, анализ временных, частотных и других характеристик и параметров, а также проектирование различных аналоговых и цифровых устройств.

Задачи: обеспечение студентов знаниями по расчету и проектированию аналоговых, цифровых и силовых электронных схем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Схемотехника» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основ специальности, основ теории цепей и сигналов; умения проводить измерения физических величин и обработку результатов измерений.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Математика», «Физика», «Теория сигналов», «Теория электронных цепей», «Функциональная электроника» и служит основой для освоения дисциплин «Микросхемотехника», «Приборы и устройства СВЧ», «Вакуумная и плазменная электроника», «Оптоэлектронные приборы и устройства».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1. Знает как использовать информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации. ОПК-4.2. Умеет проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ОПК-4.3. Знает современные интерактивные программные комплексы для выполнения и	Знать: современные программные пакеты и продукты, предназначенные для подготовки конструкторской документации, электрических принципиальных схем, топологий печатных плат;
		Уметь: использовать нормативные документы и ГОСТ на подготовку текстовой и конструкторской документации;
		Владеть: программными продуктами и программными пакетами

	<p>редактирования текстов, изображений и чертежей.</p> <p>ОПК-4.4. Умеет использовать современные средства автоматизации разработки и выполнения конструкторской документации.</p> <p>ОПК-4.5. Владеет современными программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации.</p>	<p>для подготовки текстовой и конструкторской документации.</p>
<p>ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов, систем сбора, обработки данных и управления.</p> <p>ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.</p> <p>ПК-3.3. Умеет разрабатывать топологию интегральных микросхем.</p> <p>ПК-3.4. Умеет программировать микропроцессоры и микроконтроллеры.</p> <p>ПК-3.5. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Знать: принципы работы аналоговых и цифровых схем различного назначения; виды линейных и нелинейных преобразователей сигналов, генераторов гармонических колебаний на основе биполярных и полевых транзисторов, электронновакуумных приборов, интегральных микросхем; цифровые сигналы, элементы цифровой схемотехники, методы тестирования и моделирования цифровых схем; выпрямители переменного тока, инверторы на основе современных полупроводниковых приборов, системы управления регулирующими выпрямителями;</p> <p>Уметь: проводить расчет временных, частотных и других характеристик и параметров различных аналоговых и цифровых устройств; рассчитывать приборы и схемы электроники; разрабатывать топологию печатных плат различной сложности и области применения;</p>

		<p>программировать микропроцессоры и микроконтроллеры входящие в состав электронных схем устройств электроники.</p> <p>Владеть: навыками проектирования принципиальных и монтажных схем аналоговых и цифровых устройств; навыками разработки блок-схем установок для исследования аналоговых устройств; навыками проектирования электрических схем цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах.</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	288 (8 зач. ед)	288 (8 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	153	36
Лекции	68	16
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	8
Лабораторные работы	51	12
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	134	252
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Схемотехника энергетической электроники. Однофазные неуправляемые выпрямители однофазного тока.

Однофазная однополупериодная схема выпрямителя. Схема, принцип действия, расчетные соотношения, критерии выбора диодов и трансформатора. Работа с активной нагрузкой, с активно-ёмкостной и с активно-индуктивной нагрузкой. Реакция RC-цепи на одиночный скачок (спад) напряжения; дифференциальные уравнения процессов заряда и разряда ёмкости в нагрузке.

Однофазная двухполупериодная схема выпрямителя со средней точкой трансформатора.

Временные диаграммы токов и напряжений. Вычисление типовой мощности трансформатора, коэффициента пульсации напряжения на выходе выпрямителя, постоянные составляющие напряжения и тока при работе при разнообразных режимах нагрузки.

Однофазная мостовая схема выпрямителя. Схема, принцип работы. Расчетные соотношения для токов, напряжений и мощностей при работе на активную, активно-ёмкостную и активно-индуктивную нагрузку. Временные диаграммы. Построение выпрямителя на основе дискретных компонентов, диодных блоков и сборок.

Мостовой выпрямитель с выводом средней точки трансформатора, которая обеспечивает формирование двух разнополярных напряжений питания. Работа без подключения фильтра и при его подключении к каждому из выходов схемы.

Внешние характеристики (ВХ) выпрямителей однофазного тока. Особенности ВХ выпрямителей без фильтра, с C-фильтром с C-фильтром большой ёмкости, с Г-подобным LC-фильтром.

Тема 2. Трансформаторы электронных устройств.

Однофазные трансформаторы. Идеальный трансформатор, базовые соотношения. Эффект трансформации комплексных сопротивлений (комплексных проводимостей). Полная комплексная мощность первичной и вторичной цепи идеального трансформатора. Режим холостого хода и короткого замыкания.

Разновидности трансформаторов и области их применения. Критерии выбора силовых трансформаторов (трансформаторов питания), импульсных и согласующих трансформаторов. Унифицированные трансформаторы, условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника к нагрузке через согласующий трансформатор.

Многообмоточные трансформаторы. Расчет трансформаторных схем при временном мультиплексировании сопротивлений нагрузки во вторичных цепях. Трехфазные трансформаторы систем питания.

Тема 3. Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.

Трехфазные выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Схема. Принцип работы, временные диаграммы. Формулы, которые связывают токи и напряжения в цепях трансформатора и выпрямителя с исходными данными при проектировании схемы. Критерии выбора компонентов выпрямителя с исходными данными при проектировании схемы. Критерии выбора компонентов.

Трехфазный мостовой выпрямитель (схема Ларионова), принцип действия, расчетные соотношения. Сравнение со схемой с нулевым выводом.

Тема 4. Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока.

Импульсно-фазовый метод регулирования среднего значения постоянной составляющей величины напряжения выпрямителя. Суть метода. Сравнение с другими методами. Регулировочная характеристика. Угол регулирования.

Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Схема на основе однооперационных тиристоров. Работа на активное и активно-индуктивное сопротивление. Зависимость регулировочной характеристики от вида нагрузки.

Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и с нулевым диодом. Работа выпрямителя на большую индуктивную нагрузку (L стремится к бесконечности) и его регулировочная характеристика.

Мостовой управляемый выпрямитель с полным числом регулируемых вентилей (тиристоров).

Схема вычисления токов, напряжений и мощностей, временные диаграммы, критерии выбора компонентов схемы. Работа на активную, активно-ёмкостную и активно-индуктивную нагрузку.

Мостовой регулируемый выпрямитель с неполным числом регулируемых вентилей. Работа на нагрузку со сверхвысокой индуктивностью. Сравнение основных параметров и регулировочных характеристик для всех рассмотренных типов регулируемых однофазных выпрямителей.

Выпрямители с умножением напряжения. Выпрямители с удвоением напряжения каскадного типа. Умножитель напряжения Кокфорта-Уолтона. Схемы с накачкой заряда (диодные насосы).

Тема 5. Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.

Трехфазный регулируемый выпрямитель переменного тока с выводом средней точки трансформатора, принцип действия, временные диаграммы, расчетные соотношения, критерии выбора компонентов схемы. Регулировочные характеристики при разнообразных типах нагрузки.

Регулируемый мостовой трехфазный выпрямитель. Схема, принцип действия, временные диаграммы, формулы расчета, выбор компонентов схемы. Регулировочные характеристики.

Тема 6. Построение трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводниковых приборов.

Полностью регулируемые GTO (Gate Transistor Oxide) тиристоры. Структура, вольтамперные характеристики и параметры, которые характеризуют GTO тиристоры, трехфазные мосты на GTO тиристорах, их использование в схемах выпрямителей и инверторов. Сравнение схем на основе не полностью управляемых тиристоров SCR (Silicon Controlled Rectifier).

Мощные полевые транзисторы MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). Структура транзистора, линейный режим и режим насыщения, входные и выходные вольтамперные характеристики (ВАХ), динамические характеристики при ключевом режиме работы. Использование MOSFET транзисторов в трехфазных мостовых управляемых выпрямителях.

Мощные биполярные транзисторы с изолированной базой IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Соединение особенностей полевых транзисторов с вертикальным каналом и дополнительного биполярного транзистора. Эквивалентная схема замещения IGBT транзисторов в схемах выпрямителей и инверторов.

Семестр 6

Тема 7. Системы управления регулируемыми выпрямителями.

Системы управления (СУ) с трансформаторной связью между силовой и управляющей частями регулируемого выпрямителя. СУ с применением оптических преобразователей для потенциальной развязки цепей управления с силовыми цепями. СУ с использованием цифровых изоляторов, которые изготавливаются по jCoupler технологии.

Тема 8. Стабилизаторы напряжения.

Параметрические стабилизаторы напряжения на основе стабилитронов. Принципиальная схема стабилизатора, его схемы замещения для номинальных значений напряжения и для случая превышения напряжения, определение рабочей точки стабилитрона. Расчетные соотношения.

Компенсационные стабилизаторы (КС) напряжения последовательного и параллельного типов. Компенсационные стабилизаторы напряжения без усилителя рассогласования (ошибки). Простейшая схема КС

последовательного типа – эмиттерный повторитель. Режим работы регулировочного транзистора КС, в котором в качестве источника опорного напряжения используется параметрический стабилизатор на стабилитронах. Компенсационные стабилизаторы напряжения с усилением напряжения ошибки. Функциональная схема компенсационного стабилизатора напряжения с усилением ошибки. Принципиальная схема КС с усилением ошибки на транзисторе, основные параметры стабилизатора и его принцип действия. Использование составных транзисторов (транзисторов Дарлингтона) в качестве регулирующих элементов в стабилизаторах. Практическая схема КС с транзистором Дарлингтона.

Компенсационные стабилизаторы напряжения параллельного типа. Принципиальная электрическая схема КС напряжения параллельного типа. Его коэффициент стабилизации, выходное сопротивление регулировочного транзистора и выходное сопротивление компенсационного стабилизатора параллельного типа. Сравнение компенсационных стабилизаторов последовательного и параллельного типов по основным параметрам. Режимы короткого замыкания и холостого хода в КС указанного типа.

Компенсационные стабилизаторы напряжения в интегральном исполнении. Принципиальная схема интегральной микросхемы стабилизатора напряжения с регулируемым выходным напряжением. Схема включения ИМС при измерении электрических параметров. Типовая схема включения ИМС. Интегральный стабилизатор напряжения с повышенной способностью к нагрузке. Интегральный стабилизатор напряжения с улучшенными параметрами. Параллельный интегральный стабилизатор напряжения отрицательной полярности. Работа ИМС стабилизаторов напряжения с теплоотводом. Гранично допустимые эксплуатационные режимы для ИМС стабилизаторов напряжения с регулируемым выходным напряжением в широком диапазоне величин.

Тема 9. Сглаживающие фильтры выпрямителей.

Г-подобный фильтр LC-типа и схемы его замещения для постоянных и переменных составляющих. Полное соотношение для коэффициента фильтрации LC-фильтра.

Г-подобный RC-фильтр, эквивалентные схемы замещения, коэффициент фильтрации. Транзисторный сглаживающий фильтр. Фильтрующая цепь на базе схемы с общим коллектором (с эмиттерным повторителем). Принцип действия, расчетные соотношения. Последовательное включение фильтрующих цепей. Коэффициент фильтрации сглаживающего фильтра на основе последовательного подключения его цепей.

Тема 10. Импульсные источники питания.

Структурные схемы импульсных источников электропитания. Схемотехника основных блоков импульсных источников питания. Сетевой выпрямитель с токоограничивающим резистором. Импульсные

стабилизаторы напряжения, их преимущества перед непрерывными компенсационными стабилизаторами напряжения.

Две составляющие импульсных стабилизаторов напряжения: импульсный регулятор напряжения (ИРН) и схема управления режимом работы (ИРН). Принципиальная схема импульсного регулятора напряжения понижающего типа, временные диаграммы токов и напряжений в цепях ИРН, расчетные соотношения. Функциональные схемы системы управления импульсным регулятором, их принцип работы, назначение составляющих элементов: источника опорного напряжения, измеряющего элемента, схемы сравнения, широтно-импульсного модулятора, усилителя ошибки и др.

Преобразователи постоянного напряжения в переменное напряжение прямоугольной формы импульсных источников питания. Однократные и двукратные преобразователи. Схема однократного преобразователя напряжения (ОПН) с обратным подключением диода. Принципиальная система ОПН с самовозбуждением. ОПН с прямым включением диода.

Двукратные преобразователи напряжения с самовозбуждением со средней точкой трансформатора. Двукратные преобразователи напряжения с внешним возбуждением, которые построены по мостовой и полумостовой схемам. Принципиальные схемы преобразователей, их принцип действия, назначение составляющих компонентов схемы.

Регулированные (либо стабилизированные) преобразователи напряжения (РПН). Поддержание постоянного выходного напряжения благодаря РПН. Схемы однотактных и двухтактных регулируемых преобразователей напряжения. Методы уничтожения постоянного подмагничивания сердечника трансформатора в двухтактных РПН.

Тема 11. Источники бесперебойного питания.

Классификация источников бесперебойного питания (ИБП) по принципу преобразования электроэнергии. Статические и динамические источники ИБП.

Резервные ИБП (Off-line). Постоянно включенный источник бесперебойного питания (On-line).

Линейные интерактивные ДБП – разновидность источников On-line. Источники бесперебойного питания с удвоенным преобразованием энергии – еще одна разновидность источников On-line. Преобразования и недостатки этой системы питания.

Топология источников бесперебойного питания. Структурная схема (топология) системы питания резервного типа (Off-line Standby), особенности этой системы. Топологическая система линейно-интерактивной (Line-Interactive) системы бесперебойного питания и ее отличия – наличие бустера. Типовая топологическая схема ИБП феррорезонансного типа (Standby-Ferro) и ее особенности – наличие феррорезонансного преобразования с достижением высокого уровня гальванической развязки. Топологические схемы системы бесперебойного питания с двойным преобразованием (On-line,

Double-Conversion), а также с дельта-преобразованием (Delta-Conversion On-line). Параметры источников бесперебойного питания и их комплексные системы защиты.

Тема 12. Базовые элементы аналоговой схемотехники.

Усилители электрических сигналов. Основные предназначения, классификация, характеристики и параметры усилителей.

Схемы обеспечения статического режима в усилителях на биполярных и полевых транзисторах. Усилители в схемах с общим эмиттером (ОЭ), с общей базой (ОБ), с общим коллектором (ОК) на верхних и средних частотах.

Усилители в схемах с общим истоком (ОИ), с общим затвором (ОЗ), с общим стоком (ОС), на верхних и средних частотах.

Дифференциальные усилители. Схема Дарлингтона. Многокаскадные усилители. Операционные усилители.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 5		
1.	Схемотехника энергетической электроники. Однофазные неуправляемые выпрямители однофазного тока	6	2
2.	Трансформаторы электронных устройств	6	2
3.	Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.	4	2
4.	Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока.	6	-
5.	Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.	6	2
6.	Построение трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводниковых приборов.	6	-
	Семестр 6		
7.	Системы управления регулируемыми выпрямителями.	4	2
8.	Стабилизаторы напряжения.	6	-
9.	Сглаживающие фильтры выпрямителей.	6	2
10.	Импульсные источники питания.	6	-
11.	Источники бесперебойного питания.	6	2
12.	Базовые элементы аналоговой схемотехники.	6	2
Итого:		68	16

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 5		
1.	Представление четырехполюсников в А-форме	2	-
2.	Представление четырехполюсников в В-форме	2	-

3.	Схемы замещения четырехполюсников	2	1
4.	Построение моделей четырехполюсных усилителей	2	-
5.	Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.	2	1
6.	Однофазный мостовой выпрямитель.	2	-
7.	Однофазный выпрямитель, который обеспечивает формирование двух разнополярных выпрямленных напряжений.	2	1
8.	Трансформаторы электронных устройств.	2	-
9.	Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.	2	1
	Семестр 6		-
10.	Трехфазный мостовой выпрямитель.	2	-
11.	Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевой точкой трансформатора.	2	1
12.	Регулируемый однофазный мостовой выпрямитель с полным и неполным числом управляемых вентилялей.	2	-
13.	Регулируемый трехфазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.	2	1
14.	Регулируемый трехфазный мостовой выпрямитель.	2	-
15.	Компенсационные стабилизаторы напряжения.	2	1
16.	Импульсные источники питания.	2	-
17.	Топология источников бесперебойного питания.	2	1
Итого:		34	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 5		
1.	Представление четырехполюсников в заданных формах их схемных моделей	2	1
2.	Гибридная форма представления четырехполюсников и связь ее параметров (коэффициентов) с параметрами иммитансной и каскадной форм	2	-
3.	Изучение связи параметров (коэффициентов) иммитансной формы представления четырехполюсников с параметрами каскадной и гибридной форм их представления	2	1
4.	Схемотехника энергетической электроники. Однофазные неуправляемые выпрямители однофазного тока. Трансформаторы электронных устройств. Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.	2	-
5.	Исследование взаимосвязи между параметрами (коэффициентами) четырехполюсников, представленных в каскадной форме, с параметрами их представления в гибридной и иммитансной формах	3	1
6.	Экспериментальное определение параметров H, G, Y, Z, A, B простейших четырехполюсников цепей прямых и обратных связей электронных устройств	4	-
7.	Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока. Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.	2	1

	Построение трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводниковых приборов.		
	Семестр 6		
8.	Экспериментальное определение параметров Y и Z простейших четырехполюсников цепей прямых и обратных связей электронных устройств	4	1
9.	Экспериментальное определение параметров A и B простейших четырехполюсников цепей прямых и обратных связей электронных устройств	4	1
10.	Исследование коэффициентов усиления напряжения, тока и мощности четырехполюсных усилителей с двумя сторонами	4	1
11.	Исследование входных и выходных сопротивлений четырехполюсных усилителей с двумя сторонами	4	1
12.	Системы управления регулируемыи выпрямителями. Стабилизаторы напряжения. Сглаживающие фильтры выпрямителей.	4	1
13.	Виртуальный эксперимент по определению основных параметров четырехполюсных усилителей с двумя сторонами	4	1
14.	Исследование четырехполюсных усилителей (УО) с двумя сторонами, охваченных четырехполюсной отрицательной обратной связью	4	1
15.	Инвертирующий и неинвертирующий сумматоры на операционных усилителях.	4	1
16.	Импульсные источники питания. Источники бесперебойного питания. Базовые элементы аналоговой схемотехники.	2	-
Итого:		51	12

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
	Семестр 5			
1.	Схемотехника энергетической электроники. Однофазные неуправляемые выпрямители однофазного тока. Трансформаторы электронных устройств. Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.	Подготовка к практическим занятиям	5	20
		Подготовка к тестированию	5	20
2.	Представление четырехполюсников в заданных формах их схемных моделей. Гибридная форма представления четырехполюсников и связь ее параметров (коэффициентов) с параметрами иммитансной и каскадной форм. Изучение связи параметров (коэффициентов) иммитансной формы представления четырехполюсников с параметрами каскадной и гибридной форм их представления	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	5	20
3.	Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока. Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока. Построение	Подготовка к практическим занятиям	5	20

	трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводниковых приборов.	Подготовка к тестированию	5	20
4.	Исследование взаимосвязи между параметрами (коэффициентами) четырехполюсников, представленных в каскадной форме, с параметрами их представления в гибридной и иммитансной формах. Экспериментальное определение параметров H , G , Y , Z , A , B простейших четырехполюсников цепей прямых и обратных связей электронных устройств	Подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	6	10
5.	Экзамен по дисциплине	Подготовка к семестровому экзамену	36	36
Семестр 6				
6.	Системы управления регулирующими выпрямителями. Стабилизаторы напряжения. Сглаживающие фильтры выпрямителей.	Подготовка к практическим занятиям	5	10
		Подготовка к тестированию	6	10
7.	Экспериментальное определение параметров Y и Z простейших четырехполюсников цепей прямых и обратных связей электронных устройств Экспериментальное определение параметров A и B простейших четырехполюсников цепей прямых и обратных связей электронных устройств Исследование коэффициентов усиления напряжения, тока и мощности четырехполюсных усилителей с двумя сторонами Исследование входных и выходных сопротивлений четырехполюсных усилителей с двумя сторонами	Подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	5	10
8.	Импульсные источники питания. Источники бесперебойного питания. Базовые элементы аналоговой схемотехники.	Подготовка к практическим занятиям	5	20
		Подготовка к тестированию	5	10
9.	Виртуальный эксперимент по определению основных параметров четырехполюсных усилителей с двумя сторонами. Исследование четырехполюсных усилителей (УО) с двумя сторонами, охваченных четырехполюсной отрицательной обратной связью. Инвертирующий и неинвертирующий сумматоры на операционных усилителях.	Подготовка к лабораторным работам и оформлению отчетов	5	10
10.	Экзамен по дисциплине	Подготовка к семестровому экзамену	36	36
Итого:			134	252

4.7. Курсовые работы/проекты.

Не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- контрольные вопросы практическим занятиям;
- вопросы к лабораторным работам;
- тесты;
- вопросы к экзамену.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы коллоквиумов, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы). Студентам, выполнившим 75 % текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Экзамены
Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	отлично (5)
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	хорошо (4)
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	удовлетворительно (3)
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	неудовлетворительно (2)

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) Основная литература:

1. Топильский В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей: Учебное издание [Электронный ресурс] / Топильский В.Б. - М.: Техносфера, 2014. - 288 с. - ISBN 978-5-94836-383-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363837.html>

2. Логвинов В.В. Схемотехника телекоммуникационных устройств, радиоприемные устройства систем мобильной и стационарной радиосвязи, теория электрических цепей. Лабораторный практикум - II на персональном компьютере [Электронный ресурс] / Логвинов В.В., Фриск В.В. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011. - 656 с. (Серия "Библиотека студента") - ISBN 978-5-91359-092-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590923.html>

б) Дополнительная литература:

1. Хернитер М. Е. Multisim® 7. Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств [Электронный ресурс] / Марк Е. Хернитер; Пер. с англ. А. И. Осипов. - Москва: ДМК пресс, 2009. - 488 с.: ил. - ISBN 5-9706-0026-1. - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/406514>

2. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс] / Б. Ю. Семенов. - Москва: СОЛОН-ПРЕСС: ДМК пресс, 2011. - 416 с.: ил. - (Серия «Компоненты и технологии»). - ISBN 978-5-91359-097-8 (СОЛОН-ПРЕСС), ISBN 978-5-94074-711-6 (ДМК Пресс). - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/406894>

3. Бобровский Г.А. Цифровая микросхемотехника [Текст]: учебное пособие (в трех частях): Часть 1, Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 1997. – 222 с. Часть 2 (книга 1), Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 1999. - 272с. Часть 2 (книга 2), Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2000. – 252 с. Часть 3 (книга 1), Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2002. – 236 с. Часть 3 (книга 2), Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2004. – 478 с.

4. Бишоп О. Электронные схемы и системы [Электронный ресурс] / О. Бишоп; пер. с англ. А.Н. Рабодзей. - Москва: ДМК Пресс, 2016. - 576 с. - ISBN 978-5-97060-172-3. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1027538>

в) Методические рекомендации/указания:

1. Бобровский Г.А., Новиков С.С. Методические указания к циклу лабораторных работ по дисциплинам «Теория электронных схем», «Схемотехника» для студентов специальности «Микро- и наноэлектроника». - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. – 21 с.

2. Бобровский Г.А., Соколенко В.Ю. Методические указания к циклу лабораторных работ «Моделирование, расчет и анализ в среде Multisim импульсных стабилизаторов напряжения с широтно-импульсным

регулируемым» по дисциплинам «Теория электронных схем», «Схемотехника» для студентов специальности «Микро- и наноэлектроника». - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 50 с.

3. Бобровский Г.А., Степчук Р.В. Методические указания к циклу лабораторных работ «Моделирование и исследование усилителей на основе дифференциальных усилительных каскадов в системе MicroCAP» по дисциплинам «Теория электронных схем», «Схемотехника» для студентов специальности «Микро- и наноэлектроника». - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2014. – 35 с.

4. Бобровский Г.А., Артемова А.С. Методические указания к циклу лабораторных работ по дисциплинам «Теория электронных схем», «Схемотехника» для студентов специальности «Микро- и наноэлектроника». - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2011. – 27 с.

5. Бобровский Г.А., Бережная А.А. Методические указания к циклу лабораторных работ «Моделирование и исследование одиночных усилительных каскадов в среде компьютерной программы Multisim» по дисциплинам «Теория электронных схем», «Схемотехника» для студентов специальности «Микро- и наноэлектроника». - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 40 с.

6. Бобровский Г.А., Ляшенко П.А. Методические указания к циклу лабораторных работ «Исследование резонансных явлений в реактивных схемах с источниками периодических несинусоидальных сигналов» по дисциплинам «Теория сигналов», «Схемотехника» для студентов специальности «Микро- и наноэлектроника». - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2013. – 49 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» –
<https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научные журналы

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием компьютеризированных стендов, шаблонов отчетов по лабораторным работам.

Практические занятия проводятся с использованием пакетов программного обеспечения общего назначения (текстовые и графические редакторы), специализированного программного обеспечения: Multisim, Mathcad, MATLAB.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/

		https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Схемотехника»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)

1	ОПК-4	ОПК-4. Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско - технологическо й документации с учетом требований нормативной документации	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5.	Тема 1 Схемотехника энергетической электроники. Однофазные неуправляемые выпрямители однофазного тока	1
				Тема 2 Трансформаторы электронных устройств	1
				Тема 3 Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока	1
				Тема 4 Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока	1
				Тема 5 Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока	1
				Тема 6 Построение трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводников ых приборов	1
				Тема 7 Системы управления регулируемыми выпрямителями	2
				Тема 8 Стабилизаторы напряжения	2
				Тема 9 Сглаживающие фильтры выпрямителей	2
				Тема 10 Импульсные	2

				источники питания	
				Тема 11 Источники бесперебойного питания	
				Тема 12 Базовые элементы аналоговой схемотехники	2
2.	ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	Тема 1 Схемотехника энергетической электроники. Однофазные неуправляемые выпрямители однофазного тока	1
				Тема 2 Трансформаторы электронных устройств	1
				Тема 3 Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока	1
				Тема 4 Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока	1
				Тема 5 Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока	1
				Тема 6 Построение трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводниковых приборов	1
				Тема 8 Стабилизаторы напряжения	2

				Тема Сглаживающие фильтры выпрямителей	9	2
--	--	--	--	---	---	---

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-4	ОПК-4.1. ОПК-4.2. ОПК-4.3. ОПК-4.4. ОПК-4.5.	Знать: современные программные пакеты и продукты, предназначенные для подготовки конструкторской документации, электрических принципиальных схем, топологий печатных плат; Уметь: использовать нормативные документы и ГОСТ на подготовку текстовой и конструкторской документации; Владеть: программными продуктами и программными пакетами для подготовки текстовой и конструкторской документации.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Тема 9, Тема 10, Тема 11, Тема 12, Практическое занятие 1, Практическое занятие 2, Практическое занятие 3, Практическое занятие 4, Лабораторная работа 1, Лабораторная работа 2, Лабораторная работа 3, Лабораторная работа 4	Контрольные вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену
2.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	Знать: принципы работы аналоговых и цифровых схем различного назначения; виды	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5,	Контрольные вопросы к практическим занятиям, вопросы к

			<p>линейных и нелинейных преобразователей сигналов, генераторов гармонических колебаний на основе биполярных и полевых транзисторов, электронновакуумных приборов, интегральных микросхем; цифровые сигналы, элементы цифровой схемотехники, методы тестирования и моделирования цифровых схем; выпрямители переменного тока, инверторы на основе современных полупроводниковых приборов, системы управления регулируемыми выпрямителями;</p> <p>Уметь: проводить расчет временных, частотных и других характеристик и параметров различных аналоговых и цифровых устройств; рассчитывать приборы и схемы электроники; разрабатывать топологию печатных плат различной сложности и области применения; программировать</p>	<p>Тема 6, Тема 8, Тема 9, Практическое занятие 5, Практическое занятие 6, Практическое занятие 7, Практическое занятие 8, Лабораторная работа 5, Лабораторная работа 6, Лабораторная работа 7, Лабораторная работа 8</p>	<p>лабораторным работам, тесты, вопросы к экзамену</p>
--	--	--	--	---	--

			<p>микроконтроллеры входящие в состав электронных схем электроники.</p> <p>Владеть: навыками проектирования принципиальных и монтажных схем аналоговых и цифровых устройств; навыками разработки блок-схем установок для исследования аналоговых устройств; навыками проектирования электрических схем цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах.</p>		
--	--	--	--	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Схемотехника»

Контрольные вопросы к практическим занятиям:

1. Приведите и поясните работу однофазной однополупериодной схемы выпрямителя.
2. Какова реакция RC-цепи на одиночный скачок (спад) напряжения? Запишите дифференциальные уравнения процессов заряда и разряда ёмкости в нагрузке.
3. Приведите и поясните работу однофазной двухполупериодной схемы выпрямителя со средней точкой трансформатора.
4. Как вычисляется типовая мощность трансформатора?
5. Как рассчитывают коэффициент пульсации напряжения на выходе выпрямителя?
6. Как определяют постоянные составляющие напряжения и тока при работе при разнообразных режимах нагрузки?
7. Приведите и поясните работу однофазной мостовой схемы выпрямителя.
8. Приведите и поясните расчетные соотношения для токов, напряжений и мощностей при работе на активную, активно-ёмкостную и активно-индуктивную нагрузку.

9. Каковы принципы построения выпрямителя на основе дискретных компонентов, диодных блоков и сборок?
10. Приведите схему и поясните работу мостового выпрямителя с выводом средней точки трансформатора, которая обеспечивает формирование двух разнополярных напряжений питания.
11. Каковы особенности внешних характеристик выпрямителей однофазного тока без фильтра, с С-фильтром с С-фильтром большой ёмкости, с Г-подобным LC-фильтром?
12. Приведите и поясните базовые соотношения для идеального трансформатора.
13. В чем состоит эффект трансформации комплексных сопротивлений (комплексных проводимостей)?
14. В чем заключаются режимы холостого хода и короткого замыкания?
15. Назовите разновидности трансформаторов и области их применения.
16. Каковы критерии выбора силовых трансформаторов (трансформаторов питания), импульсных и согласующих трансформаторов?
17. Каковы условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника к нагрузке через согласующий трансформатор?
18. Приведите и поясните схему трехфазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора.
19. Каковы критерии выбора компонентов выпрямителя с исходными данными при проектировании схемы?
20. Приведите схему и поясните принцип действия трехфазного мостового выпрямителя (схема Ларионова).
21. Сравните схему Ларионова со схемой с нулевым выводом.
22. В чем состоит импульсно-фазовый метод регулирования среднего значения постоянной составляющей величины напряжения выпрямителя?
23. Поясните понятия регулировочная характеристика, угол регулирования.
24. Приведите и поясните схему на основе однооперационных тиристоров регулируемого однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора.
25. Как зависит регулировочная характеристика от вида нагрузки?
26. Поясните работу регулируемого однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора и с нулевым диодом.
27. Поясните работу регулируемого однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора и с нулевым диодом на большую индуктивную нагрузку (L стремится к бесконечности) и его регулировочная характеристика.
28. Приведите и поясните схему мостового управляемого выпрямителя с полным числом регулированных вентилях (тиристоров).
29. Для мостового управляемого выпрямителя с полным числом регулированных вентилях приведите схему вычисления токов,

- напряжений и мощностей, временные диаграммы, критерии выбора компонентов схемы.
30. Поясните работу мостового управляемого выпрямителя с полным числом регулированных вентилей на активную, активно-ёмкостную и активно-индуктивную нагрузку.
 31. Приведите и поясните схему мостового регулируемого выпрямителя с неполным числом регулируемых вентилей.
 32. Поясните работу мостового регулируемого выпрямителя с неполным числом регулируемых вентилей на нагрузку со сверхвысокой индуктивностью.
 33. Проведите сравнение основных параметров и регулировочных характеристик для всех рассмотренных типов регулируемых однофазных выпрямителей.
 34. Приведите и поясните схему умножителя напряжения Кокфорта-Уолтона.
 35. Приведите и поясните схему с накачкой заряда (диодный насос).
 36. Приведите схему и поясните работу трехфазного регулируемого выпрямителя переменного тока с выводом средней точки трансформатора.
 37. Для трехфазного регулируемого выпрямителя переменного тока с выводом средней точки трансформатора поясните критерии выбора компонентов схемы и приведите регулировочные характеристики при разнообразных типах нагрузки.
 38. Приведите схему и поясните принцип действия регулируемого мостового трехфазного выпрямителя.
 39. Для регулируемого мостового трехфазного выпрямителя поясните критерии выбора компонентов схемы и приведите регулировочные характеристики.
 40. Приведите структуру, вольтамперные характеристики и параметры, которые характеризуют GTO тиристоры, трехфазные мосты на GTO тиристорах.
 41. Как используют GTO тиристоры в схемах выпрямителей и инверторов?
 42. Проведите сравнение схем на основе не полностью управляемых тиристоров SCR (Silicon Controlled Rectifier).
 43. Приведите структуру мощного полевого транзистора MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), линейный режим и режим насыщения, входные и выходные вольтамперные характеристики, динамические характеристики при ключевом режиме работы.
 44. Как используют MOSFET транзисторы в трехфазных мостовых управляемых выпрямителях?
 45. Каковы особенности мощных биполярных транзисторов с изолированной базой IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)?
 46. Приведите и поясните эквивалентную схему замещения IGBT транзисторов в схемах выпрямителей и инверторов.

47. Для параметрических стабилизаторов напряжения на основе стабилитронов приведите принципиальную схему стабилизатора, его схемы замещения для номинальных значений напряжения и для случая превышения напряжения, определение рабочей точки стабилитрона.
48. Приведите и поясните простейшую схему компенсационного стабилизатора последовательного типа – эмиттерного повторителя.
49. Приведите и поясните функциональную схему компенсационного стабилизатора напряжения с усилением ошибки.
50. Приведите и поясните принципиальную схему КС с усилением ошибки на транзисторе, основные параметры стабилизатора и его принцип действия.
51. Как используют составные транзисторы (транзисторы Дарлингтона) в качестве регулирующих элементов в стабилизаторах? Приведите практическую схему КС с транзистором Дарлингтона.
52. Приведите и поясните принципиальную электрическую схему КС напряжения параллельного типа.
53. Проведите сравнение компенсационных стабилизаторов последовательного и параллельного типов по основным параметрам.
54. Каковы особенности режимов короткого замыкания и холостого хода в КС последовательного и параллельного типов?
55. Приведите и поясните принципиальную схему интегральной микросхемы стабилизатора напряжения с регулируемым выходным напряжением.
56. Приведите и поясните схему включения ИМС при измерении электрических параметров.
57. Приведите и поясните типовую схему включения ИМС.
58. Каковы гранично допустимые эксплуатационные режимы для ИМС стабилизаторов напряжения с регулируемым выходным напряжением в широком диапазоне величин?
59. Для Г-образного фильтра LC-типа приведите схему его замещения для постоянных и переменных составляющих. Запишите полное соотношение для коэффициента фильтрации LC-фильтра.
60. Для Г-образного RC-фильтра приведите эквивалентные схемы замещения, коэффициент фильтрации.
61. Для фильтрующей цепи на базе схемы с общим коллектором (с эмиттерным повторителем) поясните принцип действия, расчетные соотношения.
62. Поясните приведенные структурные схемы импульсных источников электропитания.
63. Назовите преимущества импульсных стабилизаторов напряжения перед непрерывными компенсационными стабилизаторами напряжения.
64. Приведите и поясните принципиальную схему импульсного регулятора напряжения понижающего типа, временные диаграммы токов и напряжений в цепях ИРН, расчетные соотношения.

65. Приведите и поясните функциональные схемы системы управления импульсным регулятором, их принцип работы, назначение составляющих элементов: источника опорного напряжения, измеряющего элемента, схемы сравнения, широтно-импульсного модулятора, усилителя ошибки и др.
66. Приведите и поясните схему однократного преобразователя напряжения (ОПН) с обратным подключением диода.
67. Приведите и поясните принципиальные схемы двукратных преобразователей напряжения с самовозбуждением со средней точкой трансформатора.
68. Приведите и поясните принципиальные схемы двукратных преобразователей напряжения с внешним возбуждением, которые построены по мостовой и полумостовой схемам.
69. Приведите и поясните принципиальные схемы однократных и двухтактных регулируемых преобразователей напряжения.
70. Назовите методы уничтожения постоянного подмагничивания сердечника трансформатора в двухтактных РПН.
71. Приведите классификацию источников бесперебойного питания (ИБП) по принципу преобразования электроэнергии.
72. Приведите и поясните структурную схему (топологию) системы питания резервного типа (Off-line Standby), особенности этой системы.
73. Приведите и поясните типовую топологическую схему ИБП феррорезонансного типа (Standby-Ferro) и ее особенности.
74. Приведите и поясните топологические схемы системы бесперебойного питания с двойным преобразованием (On-line, Double-Conversion).
75. Приведите и поясните топологические схемы системы бесперебойного питания с дельта-преобразованием (Delta-Conversion On-line).
76. Перечислите параметры источников бесперебойного питания и их комплексные системы защиты.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)

Вопросы к лабораторным работам:

1. Однофазная однополупериодная схема выпрямителя. Схема, принцип действия, расчетные соотношения, критерии выбора диодов и трансформатора.
2. Работа с активной нагрузкой, с активно-ёмкостной и с активно-индуктивной нагрузкой.
3. Реакция RC-цепи на одиночный скачок (спад) напряжения; дифференциальные уравнения процессов заряда и разряда ёмкости в нагрузке.
4. Однофазная двухполупериодная схема выпрямителя со средней точкой трансформатора.
5. Временные диаграммы токов и напряжений.
6. Вычисление типовой мощности трансформатора, коэффициента пульсации напряжения на выходе выпрямителя, постоянные составляющие напряжения и тока при работе при разнообразных режимах нагрузки.
7. Однофазная мостовая схема выпрямителя. Схема, принцип работы. Расчетные соотношения для токов, напряжений и мощностей при работе на активную, активно-ёмкостную и активно-индуктивную нагрузку. Временные диаграммы.
8. Построение выпрямителя на основе дискретных компонентов, диодных блоков и сборок.
9. Мостовой выпрямитель с выводом средней точки трансформатора, которая обеспечивает формирование двух разнополярных напряжений питания. Работа без подключения фильтра и при его подключении к каждому из выходов схемы.
10. Внешние характеристики (ВХ) выпрямителей однофазного тока. Особенности ВХ выпрямителей без фильтра, с С-фильтром с С-фильтром большой ёмкости, с Г-подобным LC-фильтром.
11. Трансформаторы электронных устройств.
12. Однофазные трансформаторы. Идеальный трансформатор, базовые соотношения.
13. Эффект трансформации комплексных сопротивлений (комплексных проводимостей).
14. Полная комплексная мощность первичной и вторичной цепи идеального трансформатора.
15. Режим холостого хода и короткого замыкания.
16. Разновидности трансформаторов и области их применения.
17. Критерии выбора силовых трансформаторов (трансформаторов питания), импульсных и согласующих трансформаторов.

18. Унифицированные трансформаторы, условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника к нагрузке через согласующий трансформатор.
19. Многообмоточные трансформаторы.
20. Расчет трансформаторных схем при временном мультиплексировании сопротивлений нагрузки во вторичных цепях.
21. Трехфазные трансформаторы систем питания.
22. Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.
23. Трехфазные выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Схема. Принцип работы, временные диаграммы.
24. Формулы, которые связывают токи и напряжения в цепях трансформатора и выпрямителя с исходными данными при проектировании схемы.
25. Критерии выбора компонентов выпрямителя с исходными данными при проектировании схемы.
26. Трехфазный мостовой выпрямитель (схема Ларионова), принцип действия, расчетные соотношения. Сравнение со схемой с нулевым выводом.
27. Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока.
28. Импульсно-фазовый метод регулирования среднего значения постоянной составляющей величины напряжения выпрямителя. Суть метода. Сравнение с другими методами.
29. Регулировочная характеристика. Угол регулирования.
30. Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Схема на основе однооперационных тиристорov. Работа на активное и активно-индуктивное сопротивление.
31. Зависимость регулировочной характеристики от вида нагрузки.
32. Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и с нулевым диодом.
33. Работа выпрямителя на большую индуктивную нагрузку (L стремится к бесконечности) и его регулировочная характеристика.
34. Мостовой управляемый выпрямитель с полным числом регулированных вентилей (тиристорov).
35. Схема вычисления токов, напряжений и мощностей, временные диаграммы, критерии выбора компонентов схемы.
36. Работа на активную, активно-ёмкостную и активно-индуктивную нагрузку.
37. Мостовой регулируемый выпрямитель с неполным числом регулируемых вентилей. Работа на нагрузку со сверхвысокой индуктивностью.
38. Сравнение основных параметров и регулировочных характеристик для всех рассмотренных типов регулируемых однофазных выпрямителей.
39. Выпрямители с умножением напряжения.
40. Выпрямители с удвоением напряжения каскадного типа.

41. Умножитель напряжения Кокфорта-Уолтона.
42. Схемы с накачкой заряда (диодные насосы).
43. Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.
44. Трехфазный регулируемый выпрямитель переменного тока с выводом средней точки трансформатора, принцип действия, временные диаграммы, расчетные соотношения, критерии выбора компонентов схемы. Регулировочные характеристики при разнообразных типах нагрузки.
45. Регулируемый мостовой трехфазный выпрямитель. Схема, принцип действия, временные диаграммы, формулы расчета, выбор компонентов схемы. Регулировочные характеристики.
46. Построение трехфазных мостовых схем преобразователей (выпрямителей и инверторов) на основе современных полупроводниковых приборов.
47. Полностью регулируемые GTO (Gate Transistor Oxide) тиристоры.
48. Структура, вольтамперные характеристики и параметры, которые характеризуют GTO тиристоры, трехфазные мосты на GTO тиристорах, их использование в схемах выпрямителей и инверторов.
49. Сравнение схем на основе не полностью управляемых тиристоров SCR (Silicon Controlled Rectifier).
50. Мощные полевые транзисторы MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). Структура транзистора, линейный режим и режим насыщения, входные и выходные вольтамперные характеристики (ВАХ), динамические характеристики при ключевом режиме работы.
51. Использование MOSFET транзисторов в трехфазных мостовых управляемых выпрямителях.
52. Мощные биполярные транзисторы с изолированной базой IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).
53. Соединение особенностей полевых транзисторов с вертикальным каналом и дополнительного биполярного транзистора.
54. Эквивалентная схема замещения IGBT транзисторов в схемах выпрямителей и инверторов.
55. Системы управления регулирующими выпрямителями.
56. Системы управления (СУ) с трансформаторной связью между силовой и управляющей частями регулируемого выпрямителя.
57. СУ с применением оптических преобразователей для потенциальной развязки цепей управления с силовыми цепями.
58. СУ с использованием цифровых изоляторов, которые изготавливаются по jCoupler технологии.
59. Стабилизаторы напряжения.
60. Параметрические стабилизаторы напряжения на основе стабилитронов. Принципиальная схема стабилизатора, его схемы замещения для номинальных значений напряжения и для случая превышения

- напряжения, определение рабочей точки стабилитрона. Расчетные соотношения.
61. Компенсационные стабилизаторы (КС) напряжения последовательного и параллельного типов.
 62. Компенсационные стабилизаторы напряжения без усилителя рассогласования (ошибки).
 63. Простейшая схема КС последовательного типа – эмиттерный повторитель.
 64. Режим работы регулировочного транзистора КС, в котором в качестве источника опорного напряжения используется параметрический стабилизатор на стабилитронах.
 65. Компенсационные стабилизаторы напряжения с усилением напряжения ошибки.
 66. Функциональная схема компенсационного стабилизатора напряжения с усилением ошибки.
 67. Принципиальная схема КС с усилением ошибки на транзисторе, основные параметры стабилизатора и его принцип действия.
 68. Использование составных транзисторов (транзисторов Дарлингтона) в качестве регулирующих элементов в стабилизаторах.
 69. Практическая схема КС с транзистором Дарлингтона.
 70. Компенсационные стабилизаторы напряжения параллельного типа.
 71. Принципиальная электрическая схема КС напряжения параллельного типа. Его коэффициент стабилизации, выходное сопротивление регулировочного транзистора и выходное сопротивление компенсационного стабилизатора параллельного типа.
 72. Сравнение компенсационных стабилизаторов последовательного и параллельного типов по основным параметрам. Режимы короткого замыкания и холостого хода в КС указанного типа.
 73. Компенсационные стабилизаторы напряжения в интегральном исполнении.
 74. Принципиальная схема интегральной микросхемы стабилизатора напряжения с регулируемым выходным напряжением.
 75. Схема включения ИМС при измерении электрических параметров.
 76. Типовая схема включения ИМС.
 77. Интегральный стабилизатор напряжения с повышенной способностью к нагрузению.
 78. Интегральный стабилизатор напряжения с улучшенными параметрами.
 79. Параллельный интегральный стабилизатор напряжения отрицательной полярности.
 80. Работа ИМС стабилизаторов напряжения с теплоотводом.
 81. Гранично допустимые эксплуатационные режимы для ИМС стабилизаторов напряжения с регулируемым выходным напряжением в широком диапазоне величин.
 82. Сглаживающие фильтры выпрямителей.

83. Г-образный фильтр LC-типа и схемы его замещения для постоянных и переменных составляющих. Полное соотношение для коэффициента фильтрации LC-фильтра.
84. Г-образный RC-фильтр, эквивалентные схемы замещения, коэффициент фильтрации.
85. Транзисторный сглаживающий фильтр.
86. Фильтрующая цепь на базе схемы с общим коллектором (с эмиттерным повторителем). Принцип действия, расчетные соотношения.
87. Последовательное включение фильтрующих цепей. Коэффициент фильтрации сглаживающего фильтра на основе последовательного подключения его цепей.
88. Импульсные источники питания.
89. Структурные схемы импульсных источников электропитания.
90. Схемотехника основных блоков импульсных источников питания.
91. Сетевой выпрямитель с токоограничивающим резистором.
92. Импульсные стабилизаторы напряжения, их преимущества перед непрерывными компенсационными стабилизаторами напряжения.
93. Две составляющие импульсных стабилизаторов напряжения: импульсный регулятор напряжения (ИРН) и схема управления режимом работы (ИРН).
94. Принципиальная схема импульсного регулятора напряжения понижающего типа, временные диаграммы токов и напряжений в цепях ИРН, расчетные соотношения.
95. Функциональные схемы системы управления импульсным регулятором, их принцип работы, назначение составляющих элементов: источника опорного напряжения, измеряющего элемента, схемы сравнения, широтно-импульсного модулятора, усилителя ошибки и др.
96. Преобразователи постоянного напряжения в переменное напряжение прямоугольной формы импульсных источников питания.
97. Однократные и двукратные преобразователи.
98. Схема однократного преобразователя напряжения (ОПН) с обратным подключением диода.
99. Принципиальная система ОПН с самовозбуждением. ОПН с прямым включением диода.
100. Двукратные преобразователи напряжения с самовозбуждением со средней точкой трансформатора.
101. Двукратные преобразователи напряжения с внешним возбуждением, которые построены по мостовой и полумостовой схемам. Принципиальные схемы преобразователей, их принцип действия, назначение составляющих компонентов схемы.
102. Регулированные (либо стабилизированные) преобразователи напряжения (РПН).
103. Поддержание постоянного выходного напряжения благодаря РПН.

104. Схемы однотактных и двухтактных регулируемых преобразователей напряжения.
105. Методы уничтожения постоянного подмагничивания сердечника трансформатора в двухтактных РПН.
106. Источники бесперебойного питания.
107. Классификация источников бесперебойного питания (ИБП) по принципу преобразования электроэнергии. Статические и динамические источники ИБП.
108. Резервные ИБП (Off-line). Постоянно включенный источник бесперебойного питания (On-line).
109. Линейные интерактивные ДБП – разновидность источников On-line.
110. Источники бесперебойного питания с удвоенным преобразованием энергии – еще одна разновидность источников On-line. Преобразования и недостатки этой системы питания.
111. Топология источников бесперебойного питания. Структурная схема (топология) системы питания резервного типа (Off-line Standby), особенности этой системы.
112. Топологическая система линейно-интерактивной (Line-Interactive) системы бесперебойного питания и ее отличия – наличие бустера.
113. Типовая топологическая схема ИБП феррорезонансного типа (Standby-Ferro) и ее особенности – наличие феррорезонансного преобразования с достижением высокого уровня гальванической развязки.
114. Топологические схемы системы бесперебойного питания с двойным преобразованием, а также с дельта-преобразованием.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

Тесты:

1. Линейные системы делятся на:
 - А) системы с постоянными параметрами.
 - Б) системы с переменными параметрами.
 - В) системы с сосредоточенными параметрами.

2. К первичным источникам электрической энергии относят:
 - А) генераторы.
 - Б) солнечные батареи.
 - В) стабилизаторы.

3. К пассивным элементам электрической цепи относят:
 - А) сопротивление.
 - Б) источник тока.
 - В) емкость.

4. Под параметром элемента электрической цепи понимают:
 - А) качественную характеристику какого-либо свойства элемента.
 - Б) количественную характеристику какого-либо свойства элемента.
 - В) какую-либо характеристику элемента электрической цепи.

5. Вспомогательные элементы электрической цепи:
 - А) проводники.
 - Б) индуктивности.
 - В) разъемы.

6. Сопротивление в электрической цепи:
 - А) идеализированный элемент электрической цепи, обладающий свойством накапливать энергию электрического поля.
 - Б) идеализированный элемент электрической цепи, обладающий свойством накапливать энергию магнитного поля.
 - В) идеализированный элемент цепи, в котором электрическая энергия необратимо преобразуется в другие виды энергии.

7. Ампер-веберной характеристикой называют:
 - А) зависимость электрического тока от напряжения.
 - Б) зависимость потокосцепления самоиндукции от тока.
 - В) зависимость электрического заряда от напряжения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)

3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Однофазная однополупериодная схема выпрямителя.
2. Однофазная двухполупериодная схема выпрямителя со средней точкой трансформатора.
3. Однофазная мостовая схема выпрямителя.
4. Мостовой выпрямитель с выводом средней точки трансформатора, которая обеспечивает формирование двух разнополярных напряжений питания.
5. Внешние характеристики (ВХ) выпрямителей однофазного тока..
6. Трансформаторы электронных устройств.
7. Однофазные трансформаторы.
8. Разновидности трансформаторов и области их применения.
9. Критерии выбора силовых трансформаторов (трансформаторов питания), импульсных и согласующих трансформаторов.
10. Унифицированные трансформаторы, условия передачи максимальной мощности от активного двухполюсника к нагрузке через согласующий трансформатор.
11. Многообмоточные трансформаторы.
12. Расчет трансформаторных схем при временном мультиплексировании сопротивлений нагрузки во вторичных цепях.
13. Трехфазные трансформаторы систем питания.
14. Нерегулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.
15. Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.
16. Трехфазный мостовой выпрямитель (схема Ларионова).
17. Тема 4. Регулируемые однофазные выпрямители переменного тока.
18. Импульсно-фазовый метод регулирования среднего значения постоянной составляющей величины напряжения выпрямителя.
19. Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.
20. Регулируемый однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и с нулевым диодом.
21. Мостовой управляемый выпрямитель с полным числом регулированных вентилях (тиристоров).
22. Мостовой регулируемый выпрямитель с неполным числом регулируемых вентилях.
23. Сравнение основных параметров и регулировочных характеристик разных типов регулируемых однофазных выпрямителей.
24. Выпрямители с умножением напряжения.

25. Выпрямители с удвоением напряжения каскадного типа.
26. Умножитель напряжения Кокфорта-Уолтона.
27. Схемы с накачкой заряда (диодные насосы).
28. Регулируемые трехфазные выпрямители переменного тока.
29. Трехфазный регулируемый выпрямитель переменного тока с выводом средней точки трансформатора.
30. Регулируемый мостовой трехфазный выпрямитель.
31. Полностью регулируемые GTO (Gate Transistor Oxide) тиристоры.
32. Сравнение схем на основе не полностью управляемых тиристоров SCR (Silicon Controlled Rectifier).
33. Мощные полевые транзисторы MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor).
34. Использование MOSFET транзисторов в трехфазные мостовых управляемых выпрямителях.
35. Мощные биполярные транзисторы с изолированной базой IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor).
36. Соединение особенностей полевых транзисторов с вертикальным каналом и дополнительного биполярного транзистора.
37. Эквивалентная схема замещения IGBT транзисторов в схемах выпрямителей и инверторов.
38. Системы управления регулируемые выпрямителями.
39. Системы управления с трансформаторной связью между силовой и управляющей частями регулируемого выпрямителя.
40. Системы управления с применением оптических преобразователей для потенциальной развязки цепей управления с силовыми цепями.
41. СУ с использованием цифровых изоляторов, которые изготавливаются по jCoupler технологии.
42. Стабилизаторы напряжения.
43. Параметрические стабилизаторы напряжения на основе стабилитронов.
44. Компенсационные стабилизаторы (КС) напряжения последовательного и параллельного типов.
45. Компенсационные стабилизаторы напряжения без усилителя рассогласования (ошибки).
46. Простейшая схема КС последовательного типа – эмиттерный повторитель.
47. Компенсационные стабилизаторы напряжения с усилением напряжения ошибки.
48. Принципиальная схема КС с усилением ошибки на транзисторе, основные параметры стабилизатора и его принцип действия.
49. Использование составных транзисторов (транзисторов Дарлингтона) в качестве регулирующих элементов в стабилизаторах. Практическая схема КС с транзистором Дарлингтона.

50. Компенсационные стабилизаторы напряжения параллельного типа.
51. Сравнение компенсационных стабилизаторов последовательного и параллельного типов по основным параметрам.
52. Компенсационные стабилизаторы напряжения в интегральном исполнении.
53. Принципиальная схема интегральной микросхемы стабилизатора напряжения с регулируемым выходным напряжением.
54. Схема включения ИМС при измерении электрических параметров.
55. Интегральный стабилизатор напряжения с повышенной способностью к нагрузению.
56. Интегральный стабилизатор напряжения с улучшенными параметрами.
57. Параллельный интегральный стабилизатор напряжения отрицательной полярности.
58. Работа ИМС стабилизаторов напряжения с теплоотводом.
59. Гранично допустимые эксплуатационные режимы для ИМС стабилизаторов напряжения с регулируемым выходным напряжением в широком диапазоне величин.
60. Сглаживающие фильтры выпрямителей.
61. Г-образный фильтр LC-типа и схемы его замещения для постоянных и переменных составляющих.
62. Г-образный RC-фильтр, эквивалентные схемы замещения, коэффициент фильтрации.
63. Транзисторный сглаживающий фильтр.
64. Последовательное включение фильтрующих цепей.
65. Коэффициент фильтрации сглаживающего фильтра на основе последовательного подключения его цепей.
66. Структурные схемы импульсных источников электропитания.
67. Схемотехника основных блоков импульсных источников питания.
68. Сетевой выпрямитель с токоограничивающим резистором.
69. Импульсные стабилизаторы напряжения, их преимущества перед непрерывными компенсационными стабилизаторами напряжения.
70. Две составляющие импульсных стабилизаторов напряжения: импульсный регулятор напряжения (ИРН) и схема управления режимом работы (ИРН).
71. Принципиальная схема импульсного регулятора напряжения понижающего типа.
72. Функциональные схемы системы управления импульсным регулятором.
73. Преобразователи постоянного напряжения в переменное напряжение прямоугольной формы импульсных источников питания.
74. Однократные и двукратные преобразователи.

75. Схема однократного преобразователя напряжения (ОПН) с обратным подключением диода.

76. Принципиальная система ОПН с самовозбуждением. ОПН с прямым включением диода.

77. Двукратные преобразователи напряжения с самовозбуждением со средней точкой трансформатора.

78. Двукратные преобразователи напряжения с внешним возбуждением, которые построены по мостовой и полумостовой схемам.

79. Источники бесперебойного питания.

80. Топология источников бесперебойного питания.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)