

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ Старов Д.В.

_____ «11» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

И. о. заведующего кафедрой технологии
материалов и промышленной инженерии
_____ Степанович Е.Ю.

«11» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Составитель(-и)	Старов Д.В., ст. преподаватель каф. технологии материалов и промышленной инженерии
Направление подготовки	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность (профиль) ОПОП	Инжиниринг аналоговых и цифровых сложно функциональных систем
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приема	2021
Курс	4
Семестр(ы)	7,8

Астрахань – 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины (модуля) «Силовая электроника» состоит в ознакомлении с основными видами датчиков и исполнительных механизмов, их классификацией, основными характеристиками, принципом действия и областями применения.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- приобретение знаний по физическим принципам построения датчиков и исполнительных механизмов;
- приобретение знаний по методам анализа характеристик датчиков физических величин и исполнительных механизмов;
- приобретение знаний по методам анализа и синтеза интерфейсных схем для связи датчиков и исполнительных механизмов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Силовая электроника» относится к циклу Б1. В.07 вариативной части (обязательных дисциплин) и осваивается в 7,8 семестрах.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- Высшая математика:

Знания: линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной;

Умения: выполнять матричные вычисления, решать дифференциальные уравнения, выполнять преобразования выражений с комплексными числами;

Навыки: применения аппарата математического анализа для решения задач оптимизации, построения систем дифференциальных уравнений для описания динамических процессов в технических системах;

- Физика:

Знания: основные понятия статистической физики, кинетической теории, механики и электродинамики сплошных сред;

Умения: строить статистические и кинетические модели;

Навыки: владеть навыками кинетического, статистического и гидродинамического описания физико-химических процессов;

- Физические основы электроники:

Знания: параметры и характеристики различных электронных устройств; методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования;

Умения: составлять схемы замещения различных электронных устройств

Навыки: владение методиками расчета и экспериментального определения параметров электронных устройств, синтезом логических схем;

- Теоретические основы электротехники:

Знания: государственные стандарты правил выполнения электрических схем;

Умения: проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств;

Навыки: владение навыками работы с электронными измерительными приборами.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Преддипломная практика;
- Выпускная квалификационная работа.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОСЗ++ ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) профессиональных (ПК):

- способен налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных наудотехнических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники (ПК-5);

- способен осуществлять монтаж, испытания и сдачу в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-6).

Таблица 1
Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-5	ПК-5.1 Знает методы наладки измерительного, диагностического и технологического оборудования, используемого в области электроники и наноэлектроники	ПК-5.2 Умеет проводить пусконаладочные работы при внедрении нового оборудования и новых технологических процессов	ПК-5.3 Владеет навыками проведения и организации монтажных и пусконаладочных работ
ПК-6	ПК-6.1 Знает правила и нормы монтажа и испытаний сложного электронного оборудования	ПК-6.2 Умеет подготавливать локальную нормативную документацию для обслуживания приборов электроники и наноэлектроники	ПК-6.3 Владеет навыками сдачи в эксплуатацию приборов и систем электроники и наноэлектроники

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц, в том числе 78 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 39 часов – лекции, 28 часов – лабораторные работы, 11 часов – практические, семинарские занятия,), и 210 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2
Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	

1	Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.	7	4		5		27	Опрос, защита лабораторной работы
2	Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.	7	4		5		27	Решение задач, защита лабораторной работы
3	Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники	7	5		4		27	Реферат, защита лабораторной работы
	Итого за 7 семестр		17		17		74	Зачет
4	Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.	8	8	3	5		43	Реферат, защита лабораторной работы
5	Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.	8	8	4	5		43	Расчетное задание; защита лабораторной работы
6	Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.	8	10	4	4		43	Расчетное задание; Тест
	Итого за 8 семестр		22	11	11		136	
	ИТОГО		39	11	28		210	ЭКЗАМЕН

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3

**Матрица соотнесения тем/разделов
учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		общее количество компетенций
		ПК-5	ПК-6	
Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.	36	+	+	2
Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.	36	+	+	2
Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники	36	+	+	2
Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.	59	+	+	2
Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.	60	+	+	2
Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.	61	+	+	2
ИТОГО	288			

Содержание дисциплины

Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.

Роль электронных устройств, построенных на базе современных элементов силовой электроники на транспорте, в промышленности и других отраслях.

Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.

Российские аналоги зарубежной силовой электроники. Отечественные компании производящие силовую электронику. Перспективы развития силовой электроники.

Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники.

Свойства карбида кремния(SiC). Применение SiC в электронике. Перспективы использования карбида кремния в силовой электронике

Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.

Оборудование для сборки СПП. Электромагнитная совместимость(ЭМС). Проблемы ЭМС в электронике.

Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.

Качество электроэнергии: требования, проблемы контроля и обеспечения.

Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.

Помехи. Помехоустойчивость

**5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ
И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

2. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи проводятся занятия, в которых **необходимо связать** уже имеющиеся знания с излагаемым материалом.

3. Проектная работа

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются проектная работа, осуществляется работа с научно-технической документацией. Такие методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Студенты делятся на 3...4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении

нескольких занятий в активной форме. При проведении таких занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения.

4. Комплекс семинарских и лабораторных работ

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

Студентам выдается список тем практических/семинарских занятий. Каждый студент готовит отчет с элементами анализа литературных источников изучаемой проблемы.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Таблица 4

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1	Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.	27	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
2	Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.	27	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
3	Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники	27	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
4	Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.	43	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
5	Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.	43	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
6	Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.	43	Внеаудиторная, изучение учебных пособий

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Программой предусмотрены расчетное задание. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер доклада, реферата, проекта и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления доклада/проектной работы/контрольной работы

Указанные работы выполняются на листах писчей бумаги формата А-4 в MicrosoftWord;

объем: 5-15 страниц текста для отчета. Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм.

Оформление таблиц:

1. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

2. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

3. Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

4. На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Оформление иллюстраций:

1. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

2. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.

3. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

4. Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.

5. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.

6. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.

7. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.

8. Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.

9. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Приложения:

1. Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.

2. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.

3. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.

4. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

5. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.

6. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

7. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

8. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

9. Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

10. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Интерактивных занятий (25%)

№	Формы	Описание
1.	Работа с Microsoft PowerPoint	Подготовка презентаций докладов в PowerPoint
2.	Интернет. Поиск информации по теме.	Проведение самостоятельного поиска информации по темам дисциплины с использованием интернет-ресурсов.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.	Обзорная лекция	Фронтальный опрос, выполнение практических заданий	Выполнение лабораторных работ
Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.	Лекция-диалог	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторных работ
Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники	Лекция-диалог	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторных работ
Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной	Обзорная лекция	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторных работ

совместимости.			
Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.	Лекция-диалог	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторных работ
Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.	Лекция-диалог	Выполнение практических заданий	Выполнение лабораторных работ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line в формах: видео-лекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др.

Максимальный объем занятий обучающегося с применением электронных образовательных технологий не должен превышать 25%.

6.2. Информационные технологии

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии: виртуальная обучающая среда (или система управления обучением LMS Moodle) или иные информационные системы, сервисы и мессенджеры.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
KOMPAS-3D V13	Создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них

Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
4. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>
5. Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.ru>
6. Справочная правовая система КонсультантПлюс: <http://www.consultant.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Силовая электроника» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6

**Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля),
результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.	ПК-5, ПК-6	Опрос, защита лабораторной работы
2	Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.	ПК-5, ПК-6	Решение задач, защита лабораторной работы
3	Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники	ПК-5, ПК-6	Реферат, защита лабораторной работы
4	Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.	ПК-5, ПК-6	Реферат, защита лабораторной работы
5	Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.	ПК-5, ПК-6	Расчетное задание; защита лабораторной работы
6	Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.	ПК-5, ПК-6	Расчетное задание; Тест

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7

Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8

Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Протоколы отчетов по лабораторным работам содержат контрольные вопросы.

На практических занятиях студенты выполняют индивидуальные задания по каждой теме.

Тема 1. Электронная компонентная база силовых устройств.

1. Опрос

1. Что такое электрический ток?

- а. графическое изображение элементов.
- б. это устройство для измерения ЭДС.
- в. упорядоченное движение заряженных частиц в проводнике.
- г. беспорядочное движение частиц вещества.
- д. совокупность устройств, предназначенных для использования электрического сопротивления.

2. Физическая величина, характеризующую быстроту совершения работы.

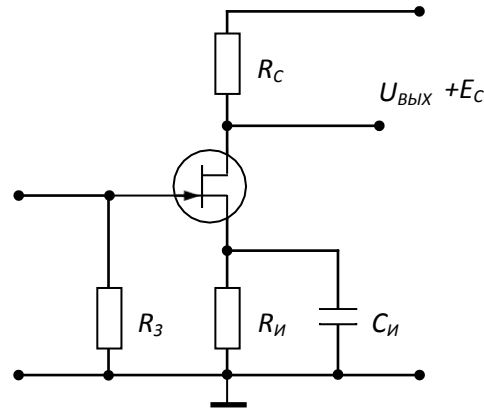
- а. работа
- б. напряжения
- в. мощность
- г. сопротивления
- д. нет правильного ответа.

3. Какие из перечисленных ниже частиц имеют наименьший отрицательный заряд?

- а. электрон
- б. протон

- в. нейтрон
- г. антиэлектрон
- д. нейтральный

4. На рисунке приведена схема включения полевого транзистора с общим(ей)...



- а) затвором
- б) истоком
- в) базой
- г) землёй

5. Коэффициент усиления по мощности резистивного усилителя определяется по формуле ...

- а) $K_p = U_{ВЫХ} I_{ВХ}$
- б) $K = IR^2$
- в) $K_p = K_U K_I$
- г) $K_p = \frac{K_U}{K_I}$

6. Приведенная таблица истинности соответствует элементу, выполняющему логическую операцию...

X_1	X_2	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

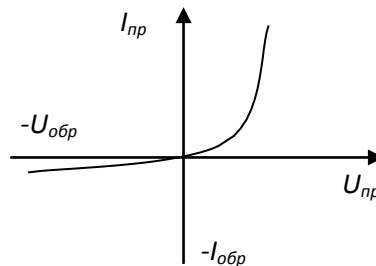
а) сложения (ИЛИ)

б) умножения (И)

в) инверсии (НЕ)

г) стрелку Пирса (ИЛИ-НЕ)

7. На рисунке изображена вольт-амперная характеристика...



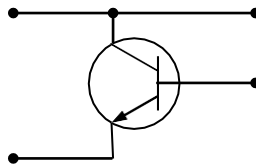
а) тиристора

б) биполярного транзистора

в) выпрямительного диода

г) полевого транзистора

8. На рисунке приведена схема включения транзистора с общей (-им)...



а) коллектором

б) базой

в) эмиттером

г) землёй

9. У биполярных транзисторов средний слой называют...

а) заземлением

б) базой

в) катодом

г) анодом

2. Лабораторный практикум

Лабораторная работа №1. Тема: Исследование транзисторных усилителей.

Лабораторная работа №2. Тема: Исследование схем трехфазных неуправляемых выпрямителей

Тема 2. Отечественная силовая электроника. Перспективы развития дискретных приборов и модулей силовой электроники.

1. Решение задач

2. Лабораторный практикум

Лабораторная работа №3. Тема: Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей.

Лабораторная работа №4. Тема: Исследование понижающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения.

Тема 3. Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния – настоящее и будущее силовой электроники

1. Реферат

Темы рефератов

1. Системный подход к анализу устройств силовой электроники.
2. Энергетические показатели качества преобразования энергии в вентильных преобразователях.
3. Элементная база вентильных преобразователей.
4. Виды вентильных преобразователей электрической энергии.
5. Методы расчета энергетических показателей преобразователей.
6. Выпрямитель как система. Основные определения и обозначения.
7. Механизм преобразования переменного тока в выпрямленный в базовой ячейке двунаправленный тока/однонаправленный ток.
8. Двухфазный выпрямитель однофазного тока.
9. Выпрямитель однофазного тока по мостовой схеме.
10. Выпрямитель трехфазного тока со схемой соединения обмоток трансформатора треугольник - звезда с нулевым выводом.
11. Выпрямитель трехфазного тока со схемой соединения обмоток трансформатора звезда - зигзаг с нулем.
12. Шестифазный выпрямитель трехфазного тока с соединением вторичных обмоток трансформатора звезда - обратная звезда с уравнительным реактором.
13. Выпрямитель трехфазного тока по мостовой схеме.
14. Управляемые выпрямители. Регулировочная характеристика.
15. Процесс коммутации в управляемом выпрямителе с реальным трансформатором. Внешняя характеристика.
16. Работа выпрямителя с конденсаторным сглаживающим фильтром.
17. Спектры первичных токов трансформаторов выпрямителей и зависимых инверторов.
18. Спектры выпрямленного и инвертируемого напряжений вентильного преобразователя.
19. КПД и коэффициент мощности вентильного преобразователя в режиме выпрямления и зависимого инвертирования.
20. Выпрямители на полностью управляемых вентилях.
21. Реверсивный вентильный преобразователь (реверсивный выпрямитель).

- Электромагнитная совместимость вентильного преобразователя с питающей сетью.
22. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.
23. Качество электрической энергии в сетях общего пользования. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.

2. Лабораторный практикум

Лабораторная работа №5. Тема: Исследование повышающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения.

Лабораторная работа №6. Тема: Исследование понижающе-повышающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения.

Тема 4. Оборудование для сборки СПП для силовой электроники. Содержание проблемы электромагнитной совместимости.

1. Реферат

Темы рефератов

1. Современная элементная база систем вторичного электропитания.
2. Способы и системы контроля вторичных источников питания.
3. Современные интегральные стабилизаторы непрерывного типа.
4. Диагностика элементов и узлов систем вторичного электропитания.
5. Подавление электромагнитных помех в источниках вторичного электропитания.
6. Обеспечение тепловых режимов источников вторичного электропитания и их элементов.
7. Обеспечение надежности электропитания на этапе разработки СВЭП.
8. Стабилизаторы напряжения переменного тока.
9. Требования к параметрам источников электропитания и качеству выходной энергии конкретных устройств.
10. RC-генераторы гармонических колебаний.
11. LC-генераторы гармонических колебаний.
12. Мультивибраторы.
13. Генераторы импульсов на специализированных ИС.
14. Активные фильтры.
15. Фильтры на переключаемых конденсаторах.
16. Аналого-цифровые преобразователи.
17. Цифро-аналоговые преобразователи
18. Цифровые фильтры.
19. Современные программы анализа и проектирования электронных устройств.

2. Лабораторный практикум

Лабораторная работа № 7. Тема: Исследование повышающе-понижающего широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения.

Тема 5. Качество электрической энергии в сетях общего пользования.

1. Расчетное задание.

2. Лабораторный практикум

Лабораторная работа № 8. Тема: Исследование автономного инвертора напряжения.

Лабораторная работа №9. Тема: Исследование автономного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией.

Тема 6. Помехоустойчивость электротехнических и электронных технических систем с устройствами силовой электроники.

1. Расчетное задание.

Исследование импеданса электрических фильтров.

Цель работы. Исследование импеданса сетевого фильтра с помощью SPS-моделей.

Сетевые фильтры применяются для воспрепятствования проникновению помех в блоки радиоаппаратуры. В данной работе предлагается построить частотную характеристику сложного фильтра с помощью SPS модели.

SPS модель для исследования зависимости импеданса фильтра от частоты представлена на рис.2.1

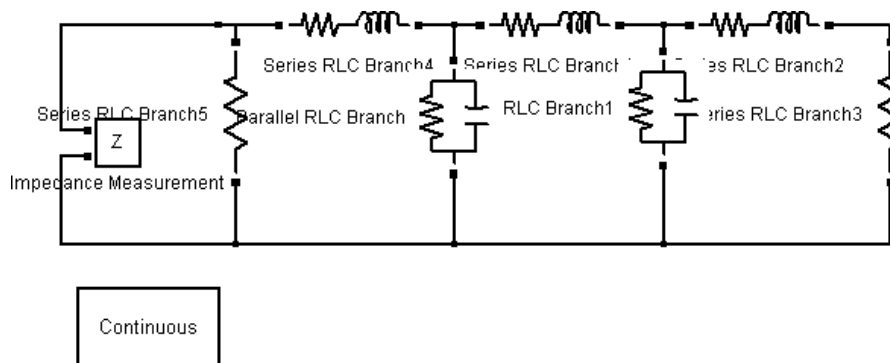
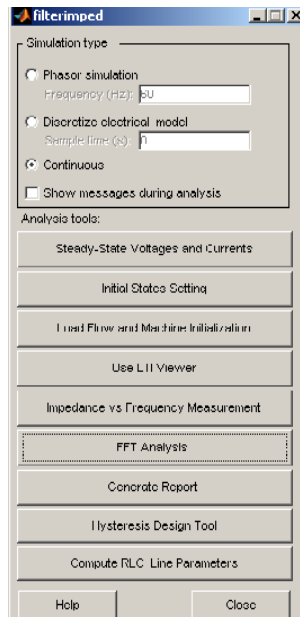


Рис. 2.1 SPS – модель для исследования импеданса фильтров.

На рис.2.1 изображена схема фильтра, состоящего из трех последовательных индуктивностей и двух ёмкостей. Фильтр нагружен на резистивную нагрузку. Ко входу фильтра подключен измеритель импеданса (Impedance Measurement), который необходимо зашунтировать резистором, имеющим большой номинал (например 100 кОм), т.к. это требуется из условия работы блока.

В модель необходимо перенести блок Powergui для организации общения с



измерителем импеданса. На схеме модели он отобразится блоком Continuous. Его диалоговое окно изображено на рис.2.2.

Рис.2.2 диалоговое окно блока Continuous.

При запуске модели надо в нем выбрать операцию Impedance vs Frequency Measurement. Появится окно измерения импеданса изображенное на рис.2.3, но без частотных характеристик.

В нем следует задать;

- частотный диапазон (Range, Hz);
- Linear Impedance;
- Logarithmic Frequency;
- Grid;
- Save data when update.

Запуск модели осуществляется командой Display/Save.

После выполнения вычислений в окне Powergui Impedance Measurements появятся графики амплитудной и частотной характеристик.

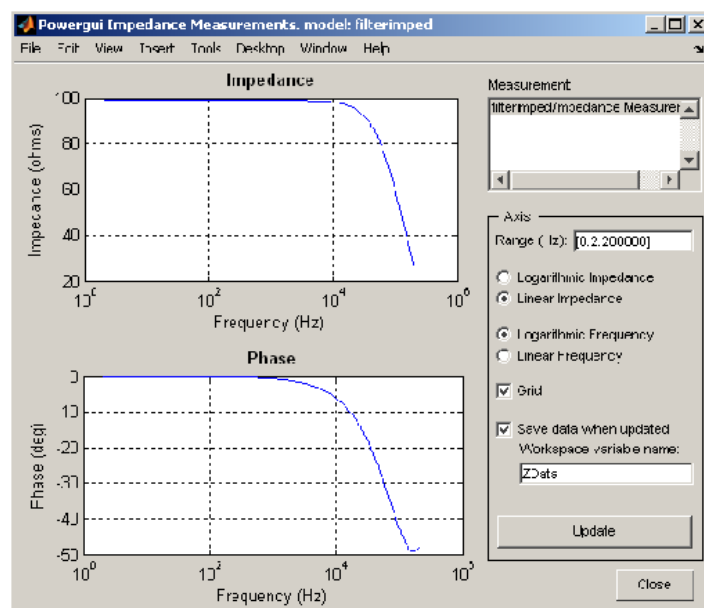


Рис.2.3 Результат вычисления.

Порядок выполнения работы.

1. Создать SPS-модель в соответствии с рисунком 2.1.
2. Задать параметры звеньев:
 - Последовательные индуктивности 0,01 Ом, 10 мкГн;
 - Ёмкости 0,01 мкФ, 0.001 Ом;
 - Сопротивление нагрузки 100 Ом;
 - Сопротивление параллельное блоку Z 10 кОм,
 - Частотный диапазон Range, Hz [0:2:200000].
3. Произвести моделирование.
4. Зафиксировать результат.
5. Сделать изменения в модели по указанию преподавателя и произвести моделирование.
- 6 Зафиксировать результаты.
7. Составить отчет по установленной форме

2. Тест

3. Определите сопротивление нити электрической лампы мощностью 100 Вт, если лампа рассчитана на напряжение 220 В.

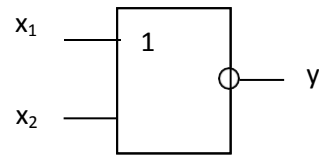
- а. 570 Ом.
- б. 488 Ом.
- в. 523 Ом.
- г. 446 Ом.
- д. 625 Ом.

4. Диэлектрики, длительное время сохраняющие поляризацию после устранения внешнего электрического поля.

- а. сегнетоэлектрики
- б. электреты
- в. потенциал

- г. пьезоэлектрический эффект
- д. электрический емкость

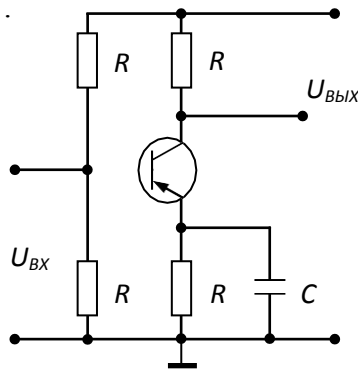
5. На рисунке изображено условное обозначение элемента, выполняющего логическую операцию...



- а) стрелку Пирса (ИЛИ-НЕ)
- в) сложения (ИЛИ)

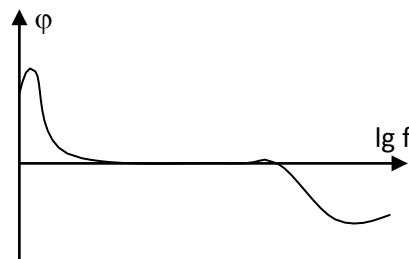
- б) умножения (И)
- г) инверсии (НЕ)

6. На рисунке приведена схема...



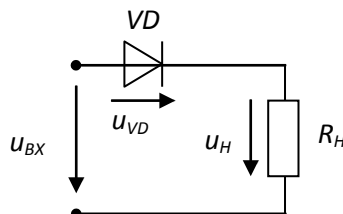
- а) однополупериодного выпрямителя
- б) усилителя на биполярном транзисторе
- в) усилителя на полевом транзисторе
- г) делителя напряжения

7. График отражает следующую характеристику транзисторного усилителя ...



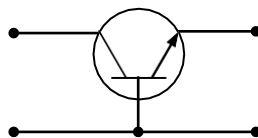
- а) амплитудно-частотную
- б) фазо-частотную
- в) входную
- г) переходную

8. Относительно напряжения на диоде справедливо утверждение, что...



- а) максимальное значение напряжения на диоде равно амплитудному значению входного напряжения
- б) максимальное значение напряжения на диоде равно половине амплитудного значения входного напряжения
- в) напряжение на диоде отсутствует
- г) максимальное значение напряжения на диоде зависит от сопротивления резистора

9. На рисунке приведена схема включения транзистора с общей (-им)...



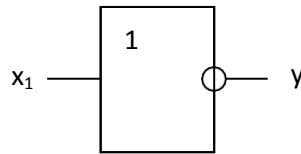
а) коллектором

б) базой

в) эмиттером

г) землёй

10. На рисунке изображено условное обозначение элемента, выполняющего логическую операцию...



а) стрелка Пирса

(ИЛИ-НЕ)б)

умножения (И)

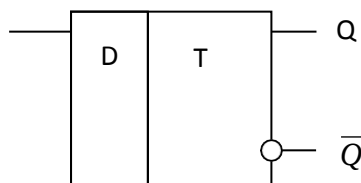
в) инверсии

(НЕ) г)

сложения

(ИЛИ)

11. Приведённое условное обозначение соответствует...



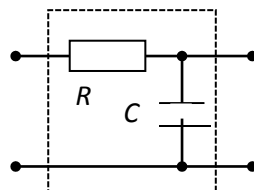
а) аналого-цифровому преобразователю

в) регистру

б) D – триггеру

г) счётчику

12. На рисунке изображена схема...



а) активно-индуктивного

фильтраб) емкостного

фильтра

в) активно-емкостного

фильтраг) индуктивного

фильтра

Вопросы к экзамену

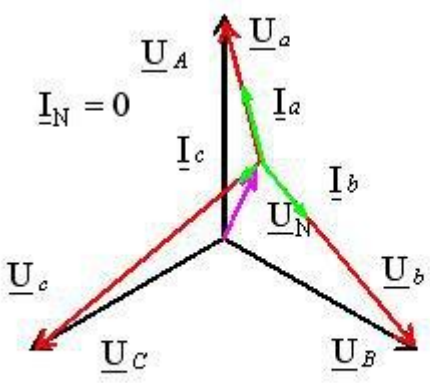
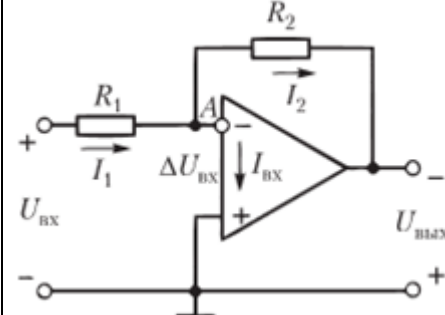
1. Назначение и область применения устройств силовой электроники.

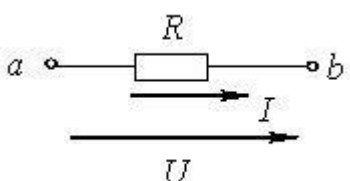
2. Условия отпирания и запираания тиристора. Разновидности тириستоров.

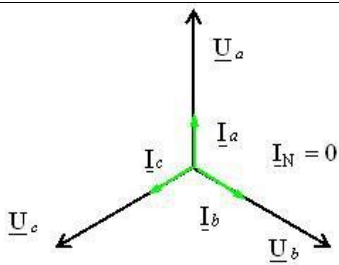
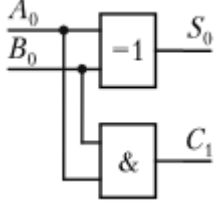
3. Параметры биполярного транзистора с изолированным затвором.
4. Анализ работы однофазного мостового не управляемого выпрямителя.
5. Анализ работы трехфазного нулевого не управляемого выпрямителя.
6. Анализ работы трехфазного мостового не управляемого выпрямителя.
7. Метод импульсно-фазового регулирования среднего значения выпрямленного напряжения.
8. Работа однофазного симметричного мостового управляемого выпрямителя на RL-нагрузку в режиме прерывистых токов.
9. Работа однофазного симметричного мостового управляемого выпрямителя на RL-нагрузку в режиме непрерывных токов.
10. Работа однофазного несимметричного мостового управляемого выпрямителя на RL-нагрузку.
11. Работа однофазного симметричного мостового управляемого выпрямителя на RL-нагрузку с учетом явления коммутации.
12. Работа однофазного симметричного мостового управляемого выпрямителя на якорь двигателя в режиме потребления энергии от сети.
13. Работа однофазного симметричного мостового управляемого выпрямителя на якорь двигателя в инверторном режиме.
14. Работа трехфазного нулевого управляемого выпрямителя на RL-нагрузку.
15. Работа трехфазного мостового управляемого выпрямителя на RL-нагрузку.
16. Назначение и методы построения СИФУ.
17. Принципы построения многоканальных СИФУ.
18. Принципы построения одноканальных СИФУ.
19. Методы построения реверсивных управляемых выпрямителей. Раздельное управление реверсивными управляемыми выпрямителями. Привести пример силовой схемы.
20. Совместное управление реверсивными управляемыми выпрямителями. Привести пример силовой схемы.
21. Принцип широтно-импульсного регулирования постоянного напряжения.
22. Анализ работы нереверсивного ШИП постоянного напряжения без рекуперации энергии в сеть.
23. Анализ работы нереверсивного ШИП постоянного напряжения с рекуперацией энергии в сеть.
24. Анализ работы реверсивного ШИП постоянного напряжения с несимметричным управлением.
25. Реверсивный ШИП постоянного напряжения с симметричным управлением.
26. Методы построения широтно-импульсных модуляторов.
27. Назначение и область применения автономных инверторов. Анализ работы однофазного АИН с амплитудной модуляцией.
28. Способы формирования и регулирования выходного напряжения в однофазных инверторах напряжения. Анализ работы однофазного АИН с ШИМ.
29. Способы формирования и регулирования выходного напряжения в трехфазных инверторах напряжения. Анализ работы трехфазного АИН с амплитудной модуляцией.
30. Анализ работы трехфазного АИН с ШИМ.
31. IGBT и MOSFET транзисторы

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-5				
1.	Задание закрытог о типа	Период тактового сигнала должен быть меньше полной задержки переноса: 1. Да 2. Нет	2	2
2.		Включение р-п перехода называется прямым, если подключить к р-п переходу внешний источник напряжения так, что 1. «-» - к п области 2. «+» будет подключен к п области 3. «-» - к р-области 4. «+» будет подключен к р-области	1,4	2
3.		В структурной схеме операционного усилителя выделяют три основных элемента. Какой элемент из перечисленных относится к этим элементам? 1. вспомогательный каскад; 2. входной каскад; 3. корректирующий каскад; 4. защищающий каскад.	2	2
4.		Выходные буферы ПЛИМ обеспечивают необходимую нагрузочную способность входов: 1. да 2. нет	2	2
5.		Коэффициент искажения это отношение: 1. максимального значения к действующему 2. действующего значения к среднему 3. действующего значения основной гармоники к действующему значению 4. максимального значения к среднему	3	2
6.	Задание открытог о типа	Приведенная векторная диаграмма соответствует схеме соединения звезда без нейтрального провода при	симметричной активной нагрузке	2

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
				
7.		___ - сверхбыстродействующая память, выполненная на регистрах и используемая микропроцессором при непосредственном выполнении команд. Количество регистров МПП составляет несколько десятков.	Микропроцессорная память (МПП)	2
8.		Укажите число выходов дешифратора, содержащего 4 входа	16	2
9.		Каскадное соединение дешифраторов небольшой разрядности для получения дешифратора большей разрядности – это ...	наращивание дешифраторов	2
10.		Изменение состояния происходит непосредственно с приходом входного сигнала при ...	изменение состояния асинхронного триггера	2
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-6				
11.	Задание закрытого типа	Какой тип операционного усилителя изображен на схеме?  1. операционный усилитель без инвертирования входного сигнала; 2. операционный усилитель интегрирующий; 3. операционный усилитель с инвертированием входного сигнала; 4. операционный усилитель	3	2

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
		дифференцирующий.		
12.		Математическая запись логической функции в каноническом виде, называемая совершенной дизъюнктивной нормальной формой, это... 1. логическая сумма логических произведений; 2. логическое произведение логических сумм; 3. логическое отрицание логических произведений; 4. логическое отрицание логических сумм.	1	2
13.		Как называется комбинационное логическое устройство, предназначенное для выполнения операции арифметического сложения чисел, представленных в виде двоичных кодов? 1. шифратор; 2. триггер; 3. регистр; 4. сумматор.	4	2
14.		Туннельные диоды могут работать в диапазоне температур от 1. 4 до 640 К 2. 140 до 340 К 3. 140 до 640 К 4. 4 до 240 К	1	2
15.		В многобитовых ячейках различают только два уровня заряда на плавающем затворе: 1. да 2. нет	2	2
16.	Задание открытог о типа	Если приложенное напряжение $U = 220 \text{ В}$, а сила тока в цепи составляет 10 А , то сопротивление на данном участке имеет величину 	22 Ом	2
17.		Векторная диаграмма трехфазной цепи при соединении по схеме «звезда» соответствует	симметричной нагрузке	2

№ п/ п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнени я (в минутах)
				
18.		Логическая схема какого комбинационного устройства представлена на рисунке? 	полусумматора	2
19.		Для того, чтобы сделать выходное напряжение операционного усилителя равным нулю, необходимо на вход операционного усилителя подать некоторое напряжение, которое называется...	напряжением смещения нуля	2
20.		Шифратор называется ... , если в нем не используется часть входных наборов и не реализованы все возможные комбинации сигналов на выходе	неполным	2

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Выполнение практического задания	6	15/6	В течение семестра
2.	Выполнение лабораторной работы	6	15/6	В течение семестра
3.	Ответ на занятии	6	15/6	В течение семестра
Всего			90 / 40	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	6	10	В течение семестра
Всего			10	-

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Дополнительный блок**				
5.	Экзамен	1	50	-
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Нарушение сроков сдачи самостоятельных работ	5

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

по дисциплине (модулю)		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Семенов Б.Ю., Силовая электроника: от простого к сложному [Электронный ресурс] / Б.Ю. Семенов - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 416 с. -URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032231.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Семенов Б.Ю., Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс] / Семенов Б.Ю. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2011. - 416 с. -URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590978.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Семенов Б.Ю., Силовая электроника: профессиональные решения [Электронный ресурс] / Семенов Б.Ю. - М.: ДМК Пресс, 2011. - 416 с. (Серия "Компоненты и технологии") - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747116.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Розанов Ю.К., Силовая электроника [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Розанов Ю.К. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017 - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011553.html> (ЭБС «Консультант студента»)

5. Розанов Ю.К., Силовая электроника [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.2. Дополнительная литература

1. Родыгин А.В., Силовая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Родыгин А.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - 72 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232891.html> (ЭБС «Консультант студента»)

2. Белоус А.И., Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс] / Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С. - М.: Техносфера, 2013. - 12 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363677.html> (ЭБС «Консультант студента»)

3. Шогенов А.Х., Аналоговая, цифровая и силовая электроника [Электронный ресурс]: Учебник / Ю.Х. Шогенов, Д.С. Стребков, А.Х. Шогенов; Под ред. академика РАН Д.С. Стребкова - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 416 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922117845.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. **Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента».** Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Специализированные лаборатории для выполнения лабораторных работ.
2. Комплект мультимедийного оборудования

Наименование оборудования	Назначение
АКИП-4115/1А	Осциллограф
ТС-ПТ-НК	Тренажер-симулятор виртуальный «ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА», исполнение настольное с компьютером
АКИП-4115/4А	Осциллограф цифровой
RGK DM-20	Цифровой мультиметр
GPD-73303S	Источник питания

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами,

или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).