

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

_____ В.В. Смирнов

«10» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой Технологии
материалов и промышленной инженерии

_____ Е. Ю. Степанович

«10» апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Полупроводниковые ключи в силовой электронике

Составитель(и)	Смирнов В.В., доцент, д.п.н., к.ф.-м.н., профессор кафедры ТМиПИ;
Согласовано с работодателями:	Погожев Виктор Владимирович, ведущий инженер отдела технической поддержки и программного обеспечения ООО «Газонефтепродукт сеть»
Направление подготовки / специальность	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность (профиль) ОПОП	Промышленная электроника и микропроцессорная техника
Квалификация (степень)	магистр
Форма обучения	очная
Год приёма	2025
Курс	1
Семестр(ы)	1

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Полупроводниковые ключи в силовой электронике» являются ознакомление с областью науки и техники, ориентированной на создание и разработку систем силовой электроники. Целью изучения в практическом плане является применение полученных знаний при расчете, проектировании, исследовании и эксплуатации устройств силовой электроники с использованием новой элементной базы - силовых полупроводниковых ключей (СПК) и драйверов для управления ими.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- приобретение, расширение и углубление студентом знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для успешного решения профессиональных задач в следующих видах деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, научно-педагогической;

- при осуществлении научно-исследовательской деятельности студент должен уметь анализировать научно-техническую литературу и конкретные силовые схемы преобразователей, производить их математическое описание, строить их адекватные модели; разрабатывать новые силовые цепи преобразователей; производить экспериментальные исследования СПК на их моделях и физических образцах;

- при осуществлении проектно-конструкторской деятельности студент должен уметь производить расчеты силовых цепей преобразователей, формулировать требования к их конструктивному исполнению, осуществлять их монтаж и запуск в экспериментальных и производственных условиях;

- при осуществлении научно-педагогической деятельности студент должен уметь проводить лекционные, практические и лабораторные занятия по ППКСС; уметь донести до аудитории теорию СПК, практические схемы, их расчеты, оценки, характеристики; уметь практически работать с современными СПК; уметь осуществлять контроль качества усвоения учебного материала.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Полупроводниковые ключи в силовой электронике» Б1.В.05 относится к части, формируемой участниками образовательных отношений] и осваивается в 1 семестре.

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

- Физические основы электроники.
- Теоретические основы электротехники.
- Электроника и схемотехника;
- Основы проектирования электронной компонентной базы;
- Введение в информационные технологии.

По разделам «Физические основы электроники» и «Электроника и схемотехника» студент должен иметь основополагающие представления о реальных физических процессах и явлениях, происходящих в проводниках, полупроводниках и диэлектриках; проектирования дискретной электронной компонентной базы; иметь знания по основам схемотехники.

По разделу «Теоретические основы электротехники» студент должен уметь решать задачи по расчету электрических цепей; владеть фундаментальными понятиями и законами теории электромагнитного поля.

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

- «Методы математического моделирования в профессиональной деятельности», «Проектирование и технология электронной компонентной базы», «Информационно-измерительные устройства в промышленной электронике», «Проектирование микропроцессорных и компьютерных систем», «Системы автоматизированного проектирования электронных схем»

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

в) профессиональных (ПК):

ПК-4 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

ПК-5 Способен делать научно обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-4	ПК-4.1. Знать способы организации и проведения экспериментальных исследований.	приборы и элементы, необходимые для проведения эксперимента.	самостоятельно проводить экспериментальные исследования.	навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.
ПК-5	ПК-5.1. Знать принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований	принцип действия и роль полупроводниковых ключей в экспериментальных исследованиях	подготавливать научные публикации на основе результатов исследований.	навыками подготовки заявок на изобретения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	28
- занятия лекционного типа, в том числе:	9
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	2
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	80
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 1 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л		ПЗ		ЛР		К Р / К П			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Введение в электронику	1				2			10	13	Собеседования, расчетные задания, тесты
Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	1				3			10	14	
Силовые ключи	1				3			10	14	Собеседования, расчетные задания, тесты
Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	2				2			10	14	
Выпрямители	1				2			10	13	Собеседования, расчетные задания, тесты
Регуляторы переменного и постоянного тока	1				2			10	13	
Инверторы	1				2	2		10	13	Собеседования, расчетные задания, тесты
Области применения силовой электроники	1				2			10	13	
Консультации									1	
Контроль промежуточной аттестации										Экзамен
ИТОГО за семестр:	9				18	2		80	108	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-4	ПК-5	
Введение в электронику	13	+	+	2
Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	14	+	+	2
Силовые ключи	14	+	+	2
Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	14	+	+	2
Выпрямители	13	+	+	2
Регуляторы переменного и постоянного тока	13	+	+	2
Инверторы	13	+	+	2
Области применения силовой электроники	13	+	+	2
Консультация (предэкзаменационная)	1			
Итого	108			

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Введение в электронику. Классификация разделов электроники. Понятия «Промышленная электроника», «Силовая электроника». Достоинства электронной техники. Определения приборов и устройств промышленной электроники. Перспективы развития и применения электроники в народном хозяйстве.

Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов. Физические процессы в электронно-дырочном переходе. Вольтамперная характеристика р-п перехода. Физические основы процессов в биполярных транзисторах. Принцип усиления электрического сигнала биполярным транзистором. Схемы включения транзисторов. Тиристоры: динистор, тринистор. Фотоэлектронные приборы: фоторезистор, фотодиод, фототранзистор, фототиристор. Светодиоды. Индикаторные приборы.

Силовые ключи. Основные виды силовых ключей. Схемы управления (драйверы). Область безопасной работы. Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.

Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств

Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах. Потери мощности и способы их снижения. Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники. охлаждение силовых электронных приборов.

Выпрямители. Однофазный однополупериодный выпрямитель. Однофазные двухполупериодные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой. Трёхфазные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой. Сглаживающие фильтры.

Регуляторы переменного и постоянного тока. Тиристорные управляемые выпрямители и регуляторы переменного тока.

Инверторы. Классификация инверторов. автономные инверторы напряжения. Инвертор, ведомый сетью.

Области применения силовой электроники. Области применения силовой электроники. Коммутационные аппараты. Электропривод постоянного и переменного токов. Светотехника. Электротехнология. Электрические сети. Агрегаты бесперебойного питания. Вторичные источники электропитания.

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

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) 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 компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения.

4. Комплекс семинарских 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 по РГР 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 в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это основной метод самоподготовки по освоению учебных дисциплин и овладению навыками профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов занимает до 90% бюджета времени, отводимого на освоение образовательной программы, и требует постоянного контроля и корректировки.

Главная задача самостоятельной работы студентов – развитие умения приобретать научные знания путем личных поисков, формирование активного интереса и вкуса к творческому, самостоятельному подходу в учебной и практической работе. В процессе самостоятельной работы студент должен научиться понимать сущность предмета изучаемой дисциплины, уметь анализировать и приходить к собственным обоснованным выводам и заключениям. Все виды учебных занятий основываются на активной самостоятельной работе студентов. Планирование самостоятельной работы студентов-заочников должно начинаться сразу после установочных лекций (от лат. lectio – «чтение» – это одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала).

Цель лекции – создание основы для последующего детального освоения студентами учебного материала. Для студентов лекции читаются по наиболее сложным темам курса

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Введение в электронику	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Силовые ключи	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Выпрямители	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Регуляторы переменного и постоянного тока	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Инверторы	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.
Области применения силовой электроники	10	Самостоятельное изучение материала, подготовка докладов, рефератов, презентаций, практических заданий.

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

Программой не предусматривается выполнение курсовых или контрольных работ по дисциплине. 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 теста, доклада, реферата и т.д.

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

Общие требования оформления доклада/реферата/контрольной работы

Доклад/реферат выполняется на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата.

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:**

- 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.

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

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

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

- **Оформление иллюстраций:**

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

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

- На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.

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

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

- 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.

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

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

- 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**

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

- 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.

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

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

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

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

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

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

- 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.

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

Представление.

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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
<i>Введение в электронику</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Силовые ключи</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Выпрямители</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Регуляторы переменного и постоянного тока</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Инверторы</i>	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Практическая подготовка, выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>
<i>Области применения силовой электроники</i>	<i>Лекция-диалог</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Выполнение лабораторного задания, подготовка и отчет по результатам выполненной работы</i>

Учебные занятия по дисциплине (модулю) могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в

формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ в виде синхронного и (или) асинхронного взаимодействия посредством интернета.

6.2. Информационные технологии

При изучении дисциплины «Введение в специальность» используется использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Цифровое обучение»), созданная в Астраханском государственном университете (АГУ) с 2022 года. Она предоставляет возможность круглосуточного доступа к ресурсам (учебным материалам) курса, на которые подписан студент, его интерактивными действиями (независимо от местонахождения), а преподавателям – платформу для оперативного обнародования выставляемых оценок, важных событий и идей, для информирования студентов об изменениях в учебном процессе. По изучаемой дисциплине на выбранной платформе размещены задания для практических занятий, контрольные и тестовые задания. Платформа позволяет реализовывать как обучающий, так и контрольный режим выполнения заданий.

Также как источник информации широко используются электронные учебники и различные сайты как на договорной основе (смотри п. 6.3), так и находящиеся в свободном доступе.

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя smirnov.v.aspu@mail.ru.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, практических занятий и пр.

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

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
KOMPAS-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трёхмерной компьютерной графики
Autodesk AutoCad 2021	Пакет программ для точного проектирования и цифрового черчения планов, развёрток, схем и виртуальных трёхмерных моделей.

Наименование программного обеспечения	Назначение
FreeCAD	Программа параметрического трёхмерного моделирования, предназначенная прежде всего для проектирования объектов реального мира любого размера.

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Наименование ЭБС

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ. Включает библиографические описания книг, электронных изданий, статей из журналов и газет, находящихся в фонде библиотеки. Доступ свободный. <http://library.asu.edu.ru>

<p>Цифровой образовательный ресурс IPRsmart: - ЭОР № 1 – программа для ЭВМ «Автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPRsmart»; - ЭОР № 2 – электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ КАК ИНОСТРАННЫЙ» www.iprbookshop.ru</p>
<p>Электронно-библиотечная система BOOK.ru https://book.ru</p>
<p>Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» https://biblio.asu.edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки» www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i></p>

Наименование интернет-ресурса

<p>Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru</p>
<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://minobrnauki.gov.ru</p>
<p>Министерство просвещения Российской Федерации https://edu.gov.ru</p>
<p>Федеральное агентство по делам молодёжи (Росмолодёжь)</p>

https://fadm.gov.ru
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) http://obrnadzor.gov.ru
Информационно-аналитический портал государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» http://zhit-vmeste.ru
Российское движение школьников https://рдш.рф

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) **«Полупроводниковые ключи в силовой электронике»** 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

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Введение в электронику	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Силовые ключи	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств.	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Выпрямители	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Регуляторы переменного и постоянного тока	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Инверторы	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания
Области применения силовой электроники	ПК-4, ПК-5	Вопросы для собеседования, темы докладов, сообщений, рефератов, тестовые вопросы, расчетные задания

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

В таблицах 7–8 приводятся примерные показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы 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, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

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

Тема № 1. Силовые выпрямители

1. Неуправляемые выпрямители (однофазные и трехфазные).
2. Основные схемы неуправляемых выпрямителей.
3. Работа на активную и активно-индуктивную нагрузку.
4. Коэффициенты схемы и искажений.
5. Электромагнитные процессы.
6. Гармонический состав выпрямленного напряжения.
7. Выбор элементов силовой схемы.

Тема № 2. Тиристорные преобразователи

1. Тиристорные преобразователи: однофазные и трехфазные.
2. Электромагнитные процессы при работе на активную и активно-индуктивную нагрузку.
3. Гармонический состав выпрямленного напряжения.
4. Коммутационные процессы.
5. Работа на нагрузку с ЭДС. Инверторы, ведомые сетью.
6. Влияние работы инверторов на питающее напряжение.
7. Нагрузочные характеристики.
8. Управление тиристорными преобразователями.

Тема № 3. Реверсивные тиристорные преобразователи

1. Реверсивные тиристорные преобразователи.
2. Совместное и отдельное управление.
3. Работа реверсивного преобразователя на нагрузку с ЭДС.
4. Система управления реверсивным преобразователем.
5. Непосредственные преобразователи частоты.

Тема № 4. Регуляторы переменного напряжения

1. Классификация регуляторов переменного напряжения.
2. Схемы регуляторов переменного напряжения.
3. Характеристики регуляторов переменного напряжения.
4. Способы регулирования.

Тема № 5. Регуляторы постоянного напряжения

1. Классификация широтно-импульсных регуляторов постоянного напряжения.
2. Схемы регуляторов постоянного напряжения. Характеристики.
3. Реверсивные широтно-импульсные регуляторы.
4. Нагрузочные характеристики.
5. Система управления регуляторами постоянного напряжения

Тема № 6. Инверторы

1. Автономные инверторы тока.
2. Автономные инверторы напряжения.
3. Однофазные и трехфазные инверторы.
4. Управление автономными инверторами.

Тема № 7. Активные выпрямители

1. Схемы активных выпрямителей.
2. Характеристики.
3. Использование активных выпрямителей в качестве регуляторов реактивной мощности.

Тема № 8. Преобразователи частоты

1. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока.
2. Однополярная модуляция.
3. Двухполярная модуляция.
4. Драйверы управления ключами.

Вопросы для собеседования

- 1) Введение в электронику.

- 2) Физические процессы в электронно-дырочном переходе.
- 3) Вольтамперная характеристика p-n перехода.
- 4) Физические основы процессов в биполярных транзисторах.
- 5) Принцип усиления электрического сигнала биполярным транзистором. ПК-4 6) Схемы включения транзисторов.
- 7) Тиристоры: динистор.
- 8) Тиристоры: тринистор.
- 9) Фотоэлектронные приборы: фоторезистор.
- 10) Фотоэлектронные приборы: фотодиод.
- 11) Фотоэлектронные приборы: фототранзистор.
- 12) Фотоэлектронные приборы: фототиристор.
- 13) Светодиоды.
- 14) Индикаторные приборы.
- 15) Основные виды силовых ключей.
- 16) Схемы управления (драйверы).
- 17) Область безопасной работы.
- 18) Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.
- 19) Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах.
- 20) Потери мощности и способы их снижения.
- 21) Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники.
- 22) Охлаждение силовых электронных приборов.
- 23) Однофазный однополупериодный выпрямитель.
- 24) Однофазные двухполупериодные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой.
- 25) Трёхфазные выпрямители: с нулевым выводом, мостовой.
- 26) Сглаживающие фильтры.
- 27) Тиристорные управляемые выпрямители и регуляторы переменного тока.
- 28) Классификация инверторов.
- 29) Автономные инверторы напряжения.
- 30) Инвертор, ведомый сетью.
- 31) Области применения силовой электроники. Коммутационные аппараты.
- 32) Области применения силовой электроники. Электропривод постоянного и переменного токов.
- 33) Области применения силовой электроники. Светотехника.
- 34) Области применения силовой электроники. Электротехнология.
- 35) Области применения силовой электроники. Электрические сети.
- 36) Области применения силовой электроники. Агрегаты бесперебойного питания.
- 37) Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации силовой электроники.

Практические задания

- Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов -
Силовые ключи
- Особенности работы приборов и оборудования силовых электронных устройств
- Выпрямители
- Регуляторы переменного и постоянного тока
- Инверторы
- Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации

Задания к лабораторным работам

Исследование вольтамперных характеристик полупроводниковых диодов.

Исследование вольтамперных характеристик биполярных транзисторов.
Исследование полупроводниковых фотоэлектрических приборов.
Изучение электронных ключей.
Исследование полупроводниковых выпрямителей.
Исследование управляемых выпрямителей и регуляторов переменного тока.
Изучение принципа действия и характеристик инверторов.

Тестовые задания

Тест 1. Физические основы работы п/п приборов

- 1) Зона уровней энергии, на которых находятся электроны атомов, называется:
 - разрешенная зона
 - зона проводимости
 - запрещенная зона
 - валентная зона

- 2) Зона уровней энергии, на которых находятся свободные электроны, называется:
 - зона проводимости
 - запрещенная зона
 - валентная зона
 - разрешенная зона

- 3) Зона уровней энергии, разделяющая зоны, на которых находятся электроны атомов, называется:
 - зона проводимости
 - запрещенная зона
 - валентная зона
 - разрешенная зона

- 4) Ширина запрещенной зоны полупроводника составляет
 - 0,5 - 3 эВ
 - 6 - 10 эВ
 - 12 - 15 эВ
 - 20 - 25 эВ

- 5) Носитель положительного заряда полупроводника называется
 - фонон
 - ион
 - дырка
 - фотон

- 6) Примесь, вводимая в чистый полупроводник для создания свободных электронов, называется
 - акцепторная
 - добавочная
 - донорная
 - основная

- 7) Примесь, вводимая в чистый полупроводник для повышения в нем концентрации дырок, называется:

- акцепторная
- добавочная
- донорная
- основная

8) Электрический ток, протекающий через р-п переход под действием электрического поля, называется:

- диффузионным
- дрейфовым
- ионным
- электронным

9) Электрический ток, протекающий через р-п переход под действием разности концентраций носителей заряда, называется:

- диффузионным
- дрейфовым
- ионным
- электронным

10) Как соотносятся количество электронов и дырок в чистых полупроводниках без примесей:

- электронов больше, чем дырок
- дырок больше, чем электронов
- свободные носители заряда отсутствуют
- количество дырок равно количеству электронов

11) Полупроводниковым диодом называют полупроводниковый прибор с двумя выводами и одним:

- управляющим электродом
- коллектором
- эмиттером
- *p-n* переходом

12) На рисунке изображена структурная схема

биполярного транзистора

диода

полевого транзистора

тиристора



13) На рисунке показано схемное изображение:

биполярного транзистора

полевого транзистора

диода

тиристора



Тест 2

1. Время восстановления обратного сопротивления для диодов общего назначения достигает:

1. от 15 до 25 мкс

2. от 25 до 100 мкс
3. от 100 до 250 мкс
4. от 10 до 50 мкс

2. При переходе в закрытое состояние мощность потерь в силовом диоде плавно уменьшается

- не изменяется
- резко увеличивается
- резко уменьшается

3. Коэффициент насыщения биполярного транзистора прямо пропорционален:

- току базы в насыщенном режиме
- току базы в граничном режиме
- току коллектора в насыщенном режиме

4. Силовой биполярный транзистор в точке отсечки находится в:

- открытом состоянии и характеризуется очень малым током
- открытом состоянии и характеризуется очень высоким током
- закрытом состоянии и характеризуется очень высоким током
- закрытом состоянии и характеризуется очень малым током

5. В основе биполярного транзистора лежит

- двухслойная полупроводниковая структура
- четырёхслойная полупроводниковая структура
- трехслойная полупроводниковая структура

6. В каком режиме может находиться биполярный транзистор в зависимости от полярности приложенного к переходам напряжения. Выберите один или несколько ответов:

- Индуктивном
- Инверсном
- Отсечки
- Импульсном

7. Граничное условие перехода биполярного транзистора р-п-р-типа из активного режима в режим отсечки:

- напряжение между базой и коллектором меньше нуля
- напряжение между базой и эмиттером меньше нуля
- напряжение между базой и коллектором равно нулю
- напряжение между базой и эмиттером равно нулю

8. Мостовая схема инвертора:

- В мостовой схеме инвертора открывающие импульсы подаются:
 - либо D1D2, либо D3D4
 - по диагонали D1D4, либо D3D2
 - одновременно на D1D2, D3D4
 - одновременно на D1D4, D3D2

9. Управляемые выпрямители, как правило, построены на основе:

- тиристоров
- диодов
- транзисторов
- стабилитронов

10. Схема удвоителя напряжения:

Диоды включаются:

одновременно, при подаче входного постоянного напряжения

одновременно, при подаче входного переменного напряжения

диод D1 включается при положительной полуволне входного напряжения $U_{вх} > 0$, а диод D2 при подаче $U_{вх} < 0$

Диод D1 включается при подаче $U_{вх} < 0$, а диод D2 при подаче $U_{вх} > 0$

11. В каком направлении включены $p-n$ переходы затвора полевого транзистора на рисунке?

В прямом

В обратном

Управление не имеет значения

Один - в прямом. другой - в обратном

12. Какая из приведенных схем является схемой однофазного мостового выпрямителя?

13. В ключевом режиме работы биполярного транзистора мощности потерь в точках отсечки и насыщения будут:

значительно больше мощности потерь в рабочей точке нелинейного режима транзистора

значительно больше мощности потерь в рабочей точке линейного режима транзистора

значительно меньше мощности потерь в рабочей точке линейного режима транзистора

значительно меньше мощности потерь в рабочей точке нелинейного режима транзистора

14. В режиме лавинного пробоя силового диода:

резко увеличивается обратный ток при незначительном изменении обратного напряжения

резко увеличивается обратный ток при резком изменении обратного напряжения

незначительно увеличивается обратный ток при незначительном изменении обратного

напряжения

незначительно увеличивается обратный ток при резком изменении обратного напряжения

15. Мощность потерь обратного восстановления силового диода равна

отношению частоты коммутации и энергии прямого восстановления

произведению энергии прямого восстановления и частоты коммутации

отношению энергии обратного восстановления и частоты коммутации

произведению энергии обратного восстановления и частоты коммутации

16. Идеальный диод переходит в замкнутое состояние, если

напряжение на аноде больше, чем напряжение на катоде:

ток на аноде меньше, чем ток на катоде

ток на аноде больше, чем ток на катоде

напряжение на аноде меньше, чем напряжение на катоде

17. Величина заряда обратного восстановления силового диода:

прямо пропорциональна энергии прямого восстановления

обратно пропорциональна энергии обратного восстановления

обратно пропорциональна энергии прямого восстановления

прямо пропорциональна энергии обратного восстановления

18. Транзисторы Дарлингтона используют для:

уменьшения коэффициента передачи тока в силовых высоковольтных транзисторах
 увеличения коэффициента передачи тока в низковольтных транзисторах
 увеличения коэффициента передачи тока в силовых высоковольтных транзисторах
 уменьшения коэффициента передачи тока в низковольтных транзисторах

19. Транзистор - это
 полупроводниковый полностью управляемый прибор с тремя и более выводами
 полупроводниковый полностью управляемый прибор с двумя и более выводами
 полупроводниковый частично управляемый прибор с двумя и более выводами
 полупроводниковый частично управляемый прибор с тремя и более выводами

20. Полупроводниковый диод для стабилизации напряжения:

Диод Шоттки

Диод Ганна

Диод Шокли

Диод Зенера

21. Обязательным элементом импульсных источников питания является электронный ...:

усилитель

ключ

интегратор

модулятор

22. Преобразователь электрической энергии, позволяющий получить на выходе напряжение, находящееся в заданных пределах при больших колебаниях входного напряжения называется...

Выпрямителем

Стабилизатором

Усилителем

Компенсатором

23. Какой стабилизатор переменного напряжения состоит из двух дросселей?

Широтноимпульсный

Фазоимпульсный

Электронный

Феррорезонансный

24. Аппараты дистанционного действия, предназначенные для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальном режиме работы?

Тиристорные ключи

Инверторы

Контакты

Конверторы

25. В структуре биполярного транзистора крайний слой, являющийся источником носителей зарядов, называется:

База

Эмиттер

Коллектор
Не имеет специального названия

Темы рефератов

1. Принцип действия, конструкция, схема управления и характеристики и история создания реального силового полупроводникового ключа (СПК).
2. СПК варьируются по следующим типам: транзисторы: ВJT (биполярный), MOSFET (полевой), IGBT (биполярный с изолированным затвором), SIT (со статической индукцией); тиристоры: SCK (однооперационный), GTO (запираемый), GCT (с коммутацией по цепи управления), ECT (управляемый полем), IGCT (с интегрированной управляющей структурой), SITh (индукционный)». Представляется реферат и его презентация.

Темы контрольных работ

1. Что такое силовой полупроводниковый ключ (СПК)?
2. Нарисовать схему СПК на биполярном транзисторе, коммутирующем активную нагрузку. Привести временные диаграммы работы СПК.
3. Выбрать основные элементы цепи управления для СПК по пункту 2, если известно, что применен транзистор КТ841А; напряжение источника питания $E=100$ В; сопротивление нагрузки $R=20$ Ом; степень насыщения транзистора $s=1,2$; частота работы ключа $f=20$ кГц; относительная длительность замкнутого состояния ключа $=0,75$.
4. Рассчитать статические и динамические потери СПК и его К.П.Д.
5. Построить тепловую модель СПК и определить температуру полупроводникового кристалла, если температура корпуса транзистора $T_k=60$ С.
6. По буквенно-цифровому обозначению СПК например, IRGP6690DPbF, найти техническую документацию (даташит), определить фирму-изготовителя, назвать тип прибора и привести его условное графическое обозначение (УГО), определить его номинальные параметры: напряжение, ток, частоту коммутации.
7. Рассчитать потери в ключе в режиме осечки и в режиме насыщения, при напряжении 600 В, токе 75 А и относительной длительности включенного состояния 0,4.
8. Определить среднюю и максимальную мгновенную мощность, необходимую для включения ключа при частоте коммутации 20 кГц.
9. Рассчитать динамические потери в СПК при напряжении 600 В, токе 75 А, частоте 20 кГц.
10. Рассчитать максимальную температуру на корпусе СПК и на радиаторе, приняв температуру полупроводникового перехода 150 С.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

- 1) Предмет электроники. Классификация. Достоинства. Электропроводность твёрдых тел. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации силовой электроники.
- 2) Собственная проводимость полупроводников. Диффузионный и дрейфовый ток.
- 3) Примесная электропроводность полупроводников.
- 4) Р-п переход. Включение р-п перехода в прямом и обратном направлении.
- 5) Полупроводниковые приборы. Классификация. Выпрямительный диод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 6) Полупроводниковый стабилитрон. Стабистор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.

- 7) Туннельный диод. Обращённый диод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 8) Ёмкость р-п перехода. Варикап.
- 9) Биполярный транзистор. Особенности конструкции. Прохождение носителей через структуру. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 10) Принцип усиления электрического сигнала транзистором.
- 11) Схемы транзистора. Схема с общим эмиттером. Схема с общим коллектором. Схема с общей базой.
- 12) Вольтамперные характеристики биполярных транзисторов.
- 13) Нагрузочная характеристика транзистора.
- 14) H-параметры транзистора. Эквивалентная схема транзистора.
- 15) Ограничивающие факторы в работе транзистор.
- 16) Полевой транзистор с управляемым р-п переходом. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 17) Полевой транзистор с изолированным затвором. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 18) Тиристоры. Динисторный и тринисторный режимы работы. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 19) Принцип действия фотоэлектрических приборов. Фоторезистор.
- 20) Фотодиод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 21) Фототранзистор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 22) Фототиристор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 23) Светодиод. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 24) Оптрон. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 25) Индикаторные приборы. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 26) Электронно-лучевой индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 27) Газоразрядный индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 28) Полупроводниковый индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 29) Жидкокристаллический индикатор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации
- 30) Классификация электронных ключей. Идеальный электронный ключ.
- 31) Схемы управления.
- 32) Потери мощности в ключе.
- 33) Область безопасной работы ключа.
- 34) Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.
- 35) Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 36) Выбор типа конденсаторов в устройствах силовой электроники.
- 37) Потери мощности и охлаждение силовых электронных приборов.
- 38) Выпрямители. Классификация. Структурная схема. Основные электрические параметры выпрямителя. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 39) Однофазный однополупериодный выпрямитель. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 40) Однофазный двухполупериодный выпрямитель с нулевой точкой.
- 41) Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 42) Однофазный двухполупериодный мостовой выпрямитель. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.

- 43) Трёхфазный выпрямитель с нулевым выводом. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 44) Трёхфазный мостовой выпрямитель. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 45) Сглаживающие фильтры. Ёмкостной фильтр. Индуктивный фильтр. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 46) Г-образные LC- фильтры.
- 47) П-образные фильтры.
- 48) Внешние характеристики выпрямителя.
- 49) Управляемый однофазный однополупериодный выпрямитель. Управляемый мостовой выпрямитель. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 50) Регулятор переменного тока. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 51) Базовые структуры импульсных преобразователей – регуляторов постоянного тока.
- 52) Инверторы. Классификация. Автономный инвертор напряжения.
- 53) Инвертор ведомой сети. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 54) Резонансные инверторы. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 55) Преобразователи частоты.
- 56) Структурные схемы управления.
- 57) Конвертор. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 58) Коммутационные аппараты.
- 59) Электропривод постоянного и переменного токов. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 60) Светотехника.
- 61) Электротехнология.
- 62) Агрегаты бесперебойного питания. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 63) Вторичные источники электропитания. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<i>ПК-4 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</i>				
1.	Задание закрытого типа	Выберите наиболее эффективный метод снижения влияния эффекта Миллера в полевом транзисторе, применяемый в экспериментах по исследованию быстродействия силовых ключей: А) Применение драйверов с низким импедансом затвора Б) Использование дополнительного конденсатора параллельно каналу сток–исток В) Добавление последовательного резистора в цепь затвора Г) Замена материала корпуса транзистора	А) Применение драйверов с низким импедансом затвора	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		Д) Исключение нагрева в процессе исследования		
2.		<p>Назначение диода демпферной цепи в схеме испытания силового модуля заключается в следующем:</p> <p>А) Ограничение тока коллектора Б) Фиксация базового уровня напряжения В) Компенсация выброса обратного напряжения при включении ключа Г) Обеспечение быстрого закрытия транзистора Д) Подавление электромагнитных помех в линии электропитания</p>	В) Компенсация выброса обратного напряжения при включении ключа	2
3.		<p>Основная цель измерения осциллограмм напряжений и токов при испытании полупроводниковых ключей:</p> <p>А) Оценка экономической эффективности системы Б) Проверка работоспособности блока питания В) Определение временных задержек переключения и оценка рассеиваемой мощности Г) Измерение абсолютной точности индикаторов прибора Д) Установка оптимальных режимов запуска двигателя</p>	В) Определение временных задержек переключения и оценка рассеиваемой мощности	2
4.		<p>Методы подавления дребезга контактов при измерениях параметров коммутирующих устройств включают:</p> <p>А) Использовать стабилитроны высокой чувствительности Б) Применять фильтры низких частот В) Периодическое размыкание реле с целью калибровки Г) Установку RC-фильтров в схему управления Д) Повышение напряжения открывающего импульса</p>	Г) Установку RC-фильтров в схему управления	2
5.		<p>Для оценки качества и надежности работы полевого транзистора в реальных условиях используют специальные методы испытаний, среди которых наибольшее распространение получил следующий:</p> <p>А) Анализ колебаний магнитного поля вокруг образца Б) Имитация условий высоких температур и вибрационных нагрузок</p>	Б) Имитация условий высоких температур и вибрационных нагрузок	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>В) Исследование спектрального состава шума в сети питания</p> <p>Г) Моделирование условий космического пространства</p> <p>Д) Экспериментальная проверка минимально допустимого количества операций перезапуска ключа</p>		
6.	Задание открытого типа	<p>Объясните, какую роль играет терморезистор в исследовании зависимости падения напряжения на ключе от температуры. Приведите пример конкретной методики измерения.</p>	<p>Терморезистор позволяет получать точные показания температуры непосредственно возле исследуемого компонента, обеспечивая возможность построения графика зависимости падения напряжения от рабочей температуры. Методика включает постепенное нагревание изделия, фиксацию значений напряжения и построение соответствующей кривой. Это помогает оценить стабильность электрических характеристик при разных температурах и выбрать оптимальный диапазон рабочих температур для безопасной эксплуатации.</p>	15
7.		<p>Опишите порядок действий исследователя при проведении теста на стойкость к короткому замыканию силового модуля на основе IGBT-транзистора.</p>	<p>Испытание начинается с подключения испытуемого устройства к специальной нагрузочной установке, способной обеспечить короткие замыкания заданной величины. Затем производится многократное включение и отключение нагрузки с контролем всех важных параметров (температуры, тока, напряжения). После завершения цикла проводится визуальное обследование устройства на предмет повреждений и проверяется работоспособность модулей. По результатам анализа делается вывод о стойкости модуля к коротким замыканиям.</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
8.		Рассмотрите процесс измерения коэффициента передачи напряжения транзистора при воздействии внешних факторов, таких как изменение частоты сигнала или интенсивности освещения.	Перед началом измерений фиксируется исходное значение коэффициента передачи напряжения при стандартных условиях (частота и освещение). Далее искусственно варьируются внешние условия (изменяются частота входящего сигнала или интенсивность света) и снова замеряют коэффициент передачи. Полученные данные сравниваются с начальными значениями, строятся графики зависимости, позволяющие выявить закономерности изменения параметра и сделать выводы о стабильности характеристик транзистора.	15
9.		Какие факторы определяют выбор оборудования для тестирования мощностных возможностей твердотельных ключей? Приведите конкретные рекомендации по выбору аппаратуры.	Основными факторами являются требования по максимальной величине напряжения и силы тока, рабочие частоты, необходимые уровни синхронизации и точность измерений. Рекомендации заключаются в выборе генераторов, обеспечивающих требуемую частоту и уровень сигналов, источников питания с необходимым запасом мощности, а также осциллографов и мультиметров с соответствующими характеристиками разрешения и погрешности.	15
10.		Поясните особенности подбора датчиков тока и напряжения для экспериментов с силовыми электронными устройствами. Определите критерии выбора.	Критерии выбора датчиков включают такие аспекты, как чувствительность, линейность, шумовые характеристики, рабочий	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			диапазон измеряемых величин и совместимость с имеющейся измерительной системой. Датчики выбираются таким образом, чтобы минимизировать искажения сигналов и обеспечивать точное измерение переменных и постоянных составляющих напряжения и тока. Важно учитывать также наличие специальных требований к устойчивости датчиков к внешним воздействиям (температура, влажность, вибрация).	
11.	Задание комбинированного типа	Для коммутации высоковольтной цепи (1-10 кВ) с частотой переключения до 1 кГц необходимо выбрать полупроводниковый ключ. Варианты: А) MOSFET В) IGBT С) Биполярный транзистор D) Тиристор Обоснуйте выбор, учитывая напряжение, частоту переключения и потери мощности.	В IGBT сочетает высокое напряжение пробоя (до нескольких кВ) и приемлемые потери при частотах до 1 кГц. MOSFET неэффективен на таких напряжениях из-за роста сопротивления в открытом состоянии. Биполярные транзисторы и тиристоры имеют слишком высокие потери при частом переключении.	10
12.		В схеме с высокой частотой переключения (100-500 кГц) и рабочим током до 50 А требуется выбрать ключевой элемент. Варианты: А) IGCT В) SiC MOSFET С) GTO-тиристор D) Биполярный транзистор Обоснуйте выбор, учитывая быстродействие, потери на переключение и температурную стабильность.	В SiC MOSFET обеспечивает высокую частоту переключения (до МГц) и низкие потери благодаря технологии карбида кремния. IGCT и GTO-тиристоры слишком медленные для таких частот. Обычные биполярные транзисторы имеют высокие динамические потери.	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-5 Способен делать научнообоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения				
13.	Задание закрытого типа	Какой вид научного вывода основывается на установлении закономерностей и обобщении эмпирических фактов? А) Дедуктивный вывод В) Индуктивный вывод С) Абстрактный вывод D) Гипотетико-дедуктивный вывод E) Статистический вывод	В) Индуктивный вывод	2
14.		Методом какого типа считается построение эквивалентных схем электронного устройства для упрощённого расчёта? А) Прямой расчёт В) Эквивалентное моделирование С) Численное интегрирование D) Линейное приближение E) Имитационное моделирование	В) Эквивалентное моделирование	2
15.		Что такое критерий Новикова-Фридрихсона в теории колебаний? А) Критерий устойчивости линейных систем В) Признак автоколебательного режима С) Условие оптимального демпфирования D) Закон сохранения энергии E) Метод оценки нелинейных искажений	В) Признак автоколебательного режима	2
16.		Какая форма представления данных лучше всего подходит для наглядного сравнения распределения двух величин? А) Гистограмма В) Круговая диаграмма С) График рассеяния D) Линии уровня E) Столбчатая диаграмма	С) График рассеяния	2
17.		Какой основной принцип лежит в основе рекомендаций по повышению коэффициента полезного действия (КПД) электронных схем? А) Максимальная мощность потребления	В) Минимизация внутренних сопротивлений	2

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		В) Минимизация внутренних сопротивлений С) Понижение рабочей частоты D) Увеличение числа каскадов усиления E) Замена дискретных компонентов на монолитные структуры		
18.	Задание открытого типа	В чём заключаются особенности научно обоснованного заключения по результатам проведённых экспериментальных исследований?	Особенности заключаются в следующем: Выводы делаются на основании строгого статистического анализа данных и объективных критериев; Используются количественные и качественные методы описания наблюдаемых явлений; Рекомендации носят практический характер и ориентированы на устранение выявленных недостатков; Обобщённые сведения представляют собой синтез собственных выводов и известных литературных данных; Заключение сопровождается выводами, подтверждающими достижение поставленной цели и решаемой задачи. Научно-обоснованное заключение способствует формированию целостного понимания исследуемого явления и представляет ценность для дальнейшего совершенствования технологии.	15
19.		Каковы правила оформления заявок на получение патента на изобретение?	Заявка на патент должна содержать следующую обязательную информацию: 1. Название изобретения, соответствующее содержанию документа. 2. Полное имя автора(-ов) и заявителя(-ов).	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>3. Реферат — короткое изложение сути заявляемого объекта.</p> <p>4. Подробное описание сущности изобретения и условия осуществления.</p> <p>5. Патентоспособные признаки и формула изобретения.</p> <p>6. Иллюстрации (при необходимости), подтверждающие новаторство и промышленную применимость.</p> <p>7. Список использованной литературы и ссылок на аналогичные разработки.</p> <p>Оформляется заявление строго в соответствии с требованиями Роспатента (для российских авторов) либо международных организаций (Патентный договор РСТ).</p>	
20.		Какие основные процедуры входят в подготовку научной публикации?	<p>Подготовительный этап включает следующие шаги:</p> <p>1. Выбор журнала, подходящего тематике исследования.</p> <p>2. Определение формата и стиля подачи материала в соответствии с рекомендациями издания.</p> <p>3. Составление текста статьи с учётом правил цитирования и плагиата.</p> <p>4. Оформление таблиц, рисунков и формул в удобочитаемом виде.</p> <p>5. Редактирование текста и структурирование содержания (введение, материалы и методы, результаты, обсуждение, выводы).</p> <p>6. Подготовка сопроводительных документов и сведений о</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>финансовой поддержке исследования.</p> <p>7. Отправка статьи на рецензию экспертам выбранного журнала.</p> <p>Соблюдение процедур гарантирует публикацию статьи в авторитетном научном журнале и признание автором права интеллектуальной собственности.</p>	
21.		<p>Как оценивается значимость научных исследований в сфере электроники и нанoeлектроники?</p>	<p>Оценивается значимость исследований на основе следующих факторов:</p> <p>Актуальность темы и соответствие современным научным приоритетам отрасли.</p> <p>Степень оригинальности предлагаемых идей и методик.</p> <p>Практическая реализуемость и потенциальная экономическая выгода внедрения результатов.</p> <p>Количество и качество публикаций, индексируемых международными базами данных.</p> <p>Наличие патентных заявок и выданных охранных документов.</p> <p>Признание результатов независимыми специалистами в данной области науки.</p> <p>Важность и востребованность проведенных исследований определяет возможность продолжения дальнейших исследований и привлечения дополнительного финансирования.</p>	15
22.		<p>Какая информация включается в научный отчет по итогам завершенной экспериментальной работы?</p>	<p>Научный отчет обязательно содержит следующие разделы:</p> <p>1. Титульный лист с указанием названия отчета, исполнителя, места и времени выполнения работы.</p>	15

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>2. Аннотация — краткая характеристика предмета и цели исследования.</p> <p>3. Введение — постановка задачи и обозначение актуальной проблемы.</p> <p>4. Основная часть — подробно описаны методика и технология эксперимента, полученные результаты и обсуждения их значимости.</p> <p>5. Заключение — представлены выводы, сделанные на основе проведенного анализа.</p> <p>6. Библиография — список литературы, использованной при подготовке отчета.</p> <p>7. Приложения — таблицы, графики, иллюстрации, подтверждающие представленные данные.</p> <p>Отчёт служит основой для принятия управленческих решений и информирования общественности о результатах проделанного исследования.</p>	
23.	Задание комбинированного типа	<p>Для системы рекуперативного торможения электропривода с обратной передачей энергии в сеть нужен управляемый ключ. Варианты: А) Диод Шоттки В) MOSFET С) IGBT с обратным диодом D) Обычный тиристор Обоснуйте выбор, учитывая возможность двунаправленного управления током и потери при коммутации.</p>	<p>С</p> <p>IGBT позволяет управлять током в обоих направлениях (с использованием обратного диода для рекуперации).</p> <p>MOSFET не всегда выдерживает высокие обратные напряжения.</p> <p>Тиристор и диод Шоттки не обеспечивают управляемой коммутации.</p>	10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
24.		В импульсном стабилизаторе напряжения с частотой 200 кГц и током нагрузки 20 А требуется выбрать ключевой элемент. Варианты: А) GTO-тиристор В) Si IGBT С) GaN НЕМТ D) SCR Обоснуйте выбор, учитывая частотные характеристики, КПД и тепловыделение.	С GaN-транзисторы обладают рекордным быстродействием (снижают потери на переключение) и КПД на высоких частотах. IGBT и GTO-тиристоры слишком медленные для 200 кГц. SCR вообще не подходит для частого переключения.	10

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

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				
3 семестр				
1.	Коллоквиум	1/20	20	
2.	Контрольная работа	1/10	10	
3.	Практические занятия	2/20	40	
4.	Технологические карты	1/20	20	
Всего			90	-
Блок бонусов				
5.	Отсутствие пропусков (лекций, практических занятий)		4	
6.	Активная работа на занятиях и своевременное выполнение заданий		4	
7.	Доклад по теме реферата		2	
Всего			10	
Итого			100	

При передаче экзамена (зачета) из рейтингового балла студента вычитается:

- первая передача – 5 баллов
- вторая передача – 10 баллов.

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание (два и более)	-2
Не готов к практическому занятию	-2
Нарушение дисциплины	-2
Пропуски лекций без уважительных причин (за одну лекцию)	-2
Пропуски практических занятий без уважительных причин (за одно занятие)	-2
Не своевременное выполнение задания	-2

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр 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	3 (удовлетворительно)	
60–64		
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

Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник для вузов / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01023-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Сукер, К. Силовая электроника. Руководство разработчика / Сукер К. - Москва : ДМК Пресс, 2019. - 252 с. (Серия "Силовая электроника") - ISBN 978-5-97060-755-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970607558.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Семенов, Б. Ю. Силовая электроника : профессиональные решения / Семенов Б. Ю. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 416 с. (Серия "Компоненты и технологии") - ISBN 978-5-94074-711-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940747116.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Семенов, Б. Ю. Силовая электроника : от простого к сложному / Б. Ю. Семенов - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 416 с. - ISBN 5-98003-223-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант

студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032231.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Москатов, Е. А. Силовая электроника. Теория и конструирование : монография / Е. А. Москатов. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 344 с. - ISBN 978-5-9729-1364-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972913640.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

8.2. Дополнительная литература

Иванов, А. В. Силовая электроника. Выпрямители : учебное пособие / А. В. Иванов. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-1031-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972910311.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Сьянов, С. Ю. Силовая и преобразовательная техника : учебное пособие / С. Ю. Сьянов, Н. Ю. Лакалина. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 108 с. - ISBN 978-5-9729-1290-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972912902.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Кирюхин, И. С. Библиотека электронных компонентов. Вып. 3. Силовая электроника фирмы HARRIS / Кирюхин И. С. - М. ДОДЭКА. - 32 с. - ISBN 978-5-87835-038-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785878350389.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

Родыгин, А. В. Устройства силовой электроники : учебное пособие / А. В. Родыгин. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 76 с. - ISBN 978-5-7782-4129-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778241299.html> (дата обращения: 22.06.2025). - Режим доступа : по подписке.

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

<p>Цифровой образовательный ресурс IPRsmart: - ЭОР № 1 – программа для ЭВМ «Автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPRsmart»; - ЭОР № 2 – электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «РУССКИЙ КАК ИНОСТРАННЫЙ» www.iprbookshop.ru</p>
<p>Электронно-библиотечная система ВООК.ru https://book.ru</p>
<p>Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – BiblioТех» https://biblio.asu-edu.ru <i>Учётная запись образовательного портала АГУ</i></p>
<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru <i>Регистрация с компьютеров АГУ</i></p>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изложении и изучении дисциплины используется следующее материально-техническое обеспечение:

- 1) действующее лабораторное оборудование;
- 2) плакаты
- 3) мультимедийное оборудование лекционных аудиторий.

При самостоятельной проработке домашних заданий и написания индивидуальных работ студентам рекомендуется пользоваться библиотечным фондом литературы (учебниками и периодическими изданиями), а также методическими указаниями по выполнению самостоятельных, лабораторных, практических работ.

Лекционные занятия проходят в аудиториях, оснащенных необходимым мультимедийным оборудованием.

Дисциплина обеспечена необходимыми графическими иллюстрациями, презентациями, фрагментами фильмов, комплекты плакатов, наглядных пособий и демонстрационных программ.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).