

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 10 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Силовая электроника в электромеханике
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области принципов действия электронных приборов и устройств с целью их использования и учёта в процессе моделирования и исследования проектируемых устройств электромеханики (электрических машин, конструктивно содержащих множество электрических цепей), а также их испытаний, эксплуатации и ремонта.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов действия элементной базы и стандартных электронных устройств современной электроники с целью эффективного использования возможностей современной электроники для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности;
- формирование умения правильного выбора электронных приборов и устройств, а также использования методов анализа и моделирования линейных и нелинейных элементов электроники в электрических цепях при исследованиях и моделировании процессов в устройствах электромеханики;
- формирование навыков выбора и правильной эксплуатации электронных приборов и устройств, работы с контрольно-измерительными электронными приборами, а также со справочной и технической литературой по электронике.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- изучение принципов действия приборов с повышенной мощностью и типовых электронных устройств современной электроники;
- лабораторные исследования параметров и характеристик широко используемых силовых приборов и электронных устройств современной электроники и происходящих в них процессов;
- перспективы развития с повышенной мощностью элементной базы современной электроники.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проблемы современной электроники, основы физики твёрдотельной полупроводниковой электроники, термины, определения, электропроводность в полупроводниках, принцип действия n-p перехода; – принципы действия, вольтамперные характеристики, сферы использования, классификацию элементной базы полупроводниковой электроники: силовых диодов, транзисторов, тиристоров и др.; – принципы действия, параметры и характеристики стандартных электронных устройств и сферу их использования; – назначение электронных приборов и устройств в качестве средств измерения и контроля исследуемых процессов в электромеханике. 	<p>Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов</p>	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно применять теоретические знания физических основ полупроводниковой электроники; – выбирать и использовать полупроводниковые приборы, устройства для профессиональной деятельности; – применять в профессиональной деятельности литературу с достижениями современной полупроводниковой 	<p>Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач</p>	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		электроники; – анализировать возможности современных средств измерения и контроля в электронике и пакетов программ для профессионального саморазвития.		
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками: – основами проведения исследований, расчётов полупроводниковых приборов и устройств с оформлением отчётов по результатам проделанных работ в лабораторных условиях; – навыками правильной эксплуатации лабораторных электронных измерительных приборов и устройств лабораторного оборудования; – навыками самостоятельного проведения научно-технического эксперимента, обработки и анализа его результатов, в том числе с использованием прикладных компьютерных программных средств; – навыками проведения лабораторных исследований полупроводниковых приборов, устройств и подготовкой отчётов, обзоров по результатам исследований.	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Экзамен
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает: – методы анализа, испытания, моделирования силовых электронных приборов и устройств; – принципы действия	Знает теоретические основы электротехники, электроэнергетики, электроники, принципы работы и характеристики электромеханических преобразователей	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		современных силовых полупроводниковых приборов, их свойства.	различных типов.	
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельно применять методы анализа и математического моделирования силовых полупроводниковых приборов для разработки выпрямительных схем с наименьшим уровнем пульсаций выпрямленного постоянного тока для цепей возбуждения электромеханических преобразователей; – выбирать силовые полупроводниковые приборы и устройства для профессиональной деятельности; – применять в профессиональной деятельности литературу с достижениями современной полупроводниковой электроники; – анализировать возможности современных средств измерения и контроля в электронике и пакетов программ для профессионального саморазвития 	Умеет применять методы анализа и моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы электромеханических преобразователей различных типов.	Защита лабораторной работы
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	<p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и устройств в зависимости от их свойств с целью надёжного их использования в электромеханических преобразователях электрической энергии; - владеет навыками 	Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов электроэнергетики, режимов работы электромеханических преобразователей разных типов.	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		расчёта величины пульсаций разнообразных схем выпрямления.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	27	27	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	5	5	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение. Силовые полупроводниковые диоды.	2	2	0	6
Понятие современной электроники, её элементной базы, электронных устройств, классификация направлений. Проблемы преобразования электрической энергии. Обзор направлений развития силовой электроники. Диоды с несимметричной ВАХ и выпрямляющим р-п-переходом: варикап, варактор, параметрический, множительный. Диоды без выпрямляющего р-п-перехода Импульсные диоды: с р-п-переходом и барьером Шоттки, с накоплением заряда, лавинно прелётные диоды, переключательные, стабилитроны, туннельные, фотодиоды с р-п-переходом между двумя типами полупроводников или между полупроводником и металлом параметры, характеристики, область применения.				
Силовые полупроводниковые транзисторы.	4	12	3	18
Биполярные транзисторы в дискретном исполнении: с радиаторами охлаждения, составной БТ Дарлингтона, гетеропереходный БТ СВЧ, дрейфовый, мощные (выполненные по особым технологиям), фототранзисторный БТ (управляемый светом с использованием вынужденного фотоэффекта). Полевые транзисторы (ПТ) с изолированным затвором типа МДП, МОП: с индуцированным и встроенным каналами. ПТ с управляющим переходом, затвор которых изолирован от канала в виде р-п перехода, гетероперехода или перехода Шоттки. СВЧ ПТ в виде МДП ПТ с управляющим переходом металл-полупроводник (МЕП-транзистор), гетероструктурный (ГМЕП-транзистор). Мощные IGBT транзисторы с изолированным затвором.				
Многослойные интегральные силовые полупроводниковые приборы. Многослойные интегральные силовые полупроводниковые приборы.	2	2	0	12
Тиристоры: динисторы, тринисторы, симмисторы, импульсные, быстродействующие и др.				
Микросхемы для источников питания. Краткий обзор интегральных схем БИС, СБИС, микропроцессоров.	1	1	0	6
Структуризация источников питания. Полупроводниковые схемы выпрямления напряжения.				
Микросхемы стабилизаторов напряжения.	1	4	2	8
Источник опорного напряжения, равного ширине запрещённой зоны полупроводника. Источник опорного напряжения на МОП-транзисторах. Особенности схемной реализации мощных				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
выходных каскадов для микросхем стабилизаторов напряжения. Схемы защиты от повышения входного напряжения, превышения температуры кристалла, от тока короткого замыкания.				
Микросхемы управления импульсными источниками питания.	1	2	0	6
Структуризация схем и принцип работы данной микросхемы. Микросхемы импульсных стабилизаторов напряжения и управления импульсными источниками питания. Коррекция коэффициента мощности.				
Микросхемы управления электродвигателями.	1	2	0	6
Обобщённая структура схем. Управление шаговыми, коллекторными электродвигателями. Управление коллекторными двигателями переменного и постоянного тока. Пример типовой микросхемы управления вентильными двигателями.				
Микросхемы управления осветительным оборудованием.	1	2	0	6
Виды и основные характеристики источников света. Микросхемы управления лампами накаливания, газоразрядными источниками света. Отечественные микросхемы драйверов светодиодов.				
Общая характеристика силовых микросхем для автомобильной электроники.	1	0	0	2
Краткая характеристика драйверов управления. Драйверы управления с использованием MOSFET и IGBT транзисторов.				
Достоинства и недостатки технологии изготовления ИМС силовой электроники.	0	0	0	2
Проблема отвода тепла при корпусировании мощных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.				
Лазер – основное устройство силовой электроники для поджига плазмы в ядерном реакторе.	2	0	0	6
Устройство, принцип действия лазера. Основные условия для возникновения генерации мощного лучевого светового потока с высокой температурой.				
Токамак-устройство, в котором возникает горячая плазма, продолжительность горения которой не только поддерживается, но и управляется во времени..	1	0	0	6
Анализ устройства. Показ слайдов. На выходе технологически сложнейшего ядерного реактора проектом предусмотрен мощный синхронный турбогенератор для преобразования огромной				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
выделяющейся внутриядерной энергии в результате реакции синтеза дейтерий - литиевого исходного материала в электричество.				
Международный проект ИТЭР. Заключение.	1	0	0	6
В настоящее время продолжается монтажные работы с проверками и настройками ответственных узлов термоядерного реактора на территории Франции. Показ слайдов.				
ИТОГО по 6-му семестру	18	27	5	90
ИТОГО по дисциплине	18	27	5	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Влияние температуры на работу полупроводниковых диодов и транзисторов. Свойства схем включения транзисторов. Способы задания смещения и стабилизации режима работы транзисторов. Определение h-параметров БТ. Рекомендации к выбору БТ при проектировании многокаскадных усилителей с учётом грамотного места их включения в общую схему данных усилителей. Влияние ОС на параметры и характеристики ОУ. Прикладные свойства ОУ.
2	Развитие элементной базы современной электроники с целью перспективных разработок новых схемных решений генераторов гармонических и импульсных колебаний, предназначенных для их использования в оптическом и рентгеновском спектрах частот, необходимые для освоения космоса, медицины и обороны страны.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование свойств полупроводниковых выпрямительных диодов и стабилитронов.
2	Экспериментальное определение предельной частоты полупроводникового выпрямительного диода, на которой исчезают его выпрямительные свойства.
3	Исследование причин, ограничивающих использование стабилитронов для выпрямления переменного напряжения, превышающего по амплитуде напряжение электрического пробоя.
4	Исследование выпрямительных свойств с оценкой величины пульсаций в одноктных выпрямительных схемах на полупроводниковых диодах при выпрямлении однофазного переменного тока.
5	Исследование выпрямительных свойств с оценкой величины пульсаций с мостовой выпрямительной схемой на полупроводниковых диодах при выпрямлении однофазного переменного тока.
6	Исследование выпрямительных свойств с оценкой величины пульсаций в одноктных выпрямительных схемах на полупроводниковых диодах при выпрямлении трёхфазного переменного тока с нейтральным проводом.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
7	Исследование выпрямительных свойств с оценкой величины пульсаций однофазной выпрямительной схемой на полупроводниковых диодах при выпрямлении трёхфазного переменного тока без нейтрального тока (по схеме Ларионова).
8	Анализ работы микросхемы для источника питания.
9	Анализ работы микросхемы стабилизаторов напряжения.
10	Анализ работы микросхемы управления шаговым электродвигателем.
11	Анализ работы микросхемы управления коллекторными электродвигателями.
12	Управление коллекторными двигателями переменного и постоянного тока.
13	Анализ работы драйверов управления с использованием силовых MOSFET и IGBT транзисторов для автомобильной электроники.
14	Исследования схем защиты от повышения входного напряжения, превышения температуры кристалла, от тока короткого замыкания.
15	Исследования достоинств и недостатков технологии изготовления ИМС силовой электроники.
16	Обзор силовой оптоэлектроники в объёме практического решения проблемы непосредственного преобразования ядерной энергии в электричество в соответствии с Международным проектом ИТЭР, строящимся в настоящее время на территории Франции.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Белоус А. И., Ефименко С. А., Турцевич А. С. Полупроводниковая силовая электроника. Москва : Техносфера, 2018. 214 с., 6 л. ил. 13,5 усл. печ. л.	1
2	Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника : пер. с фр. Москва : Техносфера, 2004. 591 с.	13
3	Семенов Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. М. : СОЛОН-Пресс, 2008. 415 с.	3
4	Судаков А. И. Проектирование усилителей низкой частоты на биполярных транзисторах : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2006. 73 с.	91
5	Щука А. А. Электроника : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. 799 с.	22
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Жеребцов И. П. Основы электроники. 5-е изд., доп. и перераб. Ленинград : Энергоатомиздат, 1990. 352 с.	89
2	Основы промышленной электроники : учебник для вузов / Герасимов В. Г., Князьков О. М., Краснопольский А. Е., Сухоруков В. В. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк., 1986. 336 с.	90
3	Степаненко И. П. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Лаб. Базовых Знаний, 2004. 488 с.	2
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		

Не используется

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Полупроводниковая силовая электроника / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич, Москва: Техносфера, 2013. – 216 с.	URL: https://elibr.pstu.ru/Record/lan73530	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Стенд лабораторный	5
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Силовая электроника в электромеханике»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Форма обучения: Очная

Курс: 3 **Семестр(-ы):** 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 6 сем.

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала.

Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Экзамен
1	2	3	4	5	6
Усвоенные знания					
3.1. знать проблемы современной электроники, основы физики твердотельной полупроводниковой электроники, термины, определения, электропроводность в полупроводниках и принцип действия <i>n-p</i> перехода современной электроники;	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
3.2. знать принципы действия, вольтамперные характеристики, сферы использования, классификацию элементной базы полупроводниковой электроники: силовых диодов, транзисторов, тиристоров и др.;	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
3.3. знать принципы действия, параметры и характеристики стандартных электронных устройств и сферу их использования;	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
3.4. знать возможности современных информационных технологий анализа электрических цепей с использованием элементной базы и электронных устройств современной электроники;	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
3.5. знать назначение электронных приборов и устройств в качестве средств измерения и контроля исследуемых процессов в электромеханике.	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
3.6. знать методы анализа, испытания, моделирования силовых электронных приборов и устройств;	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
3.7. знать принципы действия современных силовых полупроводниковых приборов, их свойства;	С1-4	ТО 1-4		КР1-4	ТВ
Освоенные умения					
У.1. уметь применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности			ОЛР1-8	КР1-3	

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	Экзамен
1	2	3	4	5	6
У.2. уметь применять методы экспериментальных исследований при решении профессиональных задач; обрабатывать результаты экспериментальных исследований с представлением их в требуемом формате.			ОЛР1-8	КР1-3	
У.3. уметь применять методы анализа и моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы электромеханических преобразователей различных типов.			ОЛР1-8	КР1-3	
У.4. уметь самостоятельно применять методы анализа и математического моделирования силовых полупроводниковых приборов для разработки выпрямительных схем с наименьшим уровнем пульсаций выпрямленного постоянного тока для цепей возбуждения электромеханических преобразователей;			ОЛР1-8	КР1-3	
У.5. уметь выбирать и использовать полупроводниковые приборы, устройства для профессиональной деятельности;			ОЛР1-8	КР1-3	
У.6. уметь применять в профессиональной деятельности литературу с достижениями современной полупроводниковой электроники;			ОЛР1-8	КР1-3	
У.7. уметь анализировать возможности современных средств измерения и контроля в электронике и пакетов программ для профессионального саморазвития;			ОЛР1-8	КР1-3	
Приобретенные владения					
В.1. владеть основами проведения исследований, расчётов полупроводниковых приборов и устройств с оформлением отчётов по результатам проделанных работ в лабораторных условиях;			ОЛР1-8		КЗ
В.2. владеть навыками правильной эксплуатации лабораторных электронных измерительных приборов и устройств лабораторного оборудования;			ОЛР1-8		КЗ
В.3. владеть навыками самостоятельного проведения научно-технического эксперимента, обработки и анализа его результатов, в том числе с использованием прикладных компьютерных программных средств;			ОЛР1-8		КЗ
В.4. владеть навыками проведения лабораторных исследований полупроводниковых приборов, устройств и подготовкой отчётов, обзоров по результатам исследований.			ОЛР1-8		КЗ
В.5. анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и устройств в зависимости от их свойств с целью надёжного их использования в электромеханических преобразователях электрической энергии;			ОЛР1-8		КЗ
В.6. владеет навыками расчёта величины пульсаций разнообразных схем выпрямления.			ОЛР1-8		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчет по лабораторным работам; Т/КР – рубежная контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; РГР – расчетно-графическая работа; КЗ – комплексное задание зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета в 6-ом семестре, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования задан-

ных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль для оценивания знания компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита Лабораторных работ

Всего запланировано 14 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
------	---------	--

	освоения	
5	Максимальный уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.</i>

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Элементная база современной электроники и электронных устройств», вторая КР – по модулю 2 «Интегральные микросхемы силовой электроники и сфера их использования», третья КР – по модулю 3 «Практическое решение проблемы непосредственного преобразования ядерной энергии в электричество».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

Типовые задания первой КР:

1. Неуправляемые выпрямители.
2. Управляемые выпрямители.
3. Фильтры.
4. Выбор полупроводниковых приборов.

Типовые задания второй КР:

1. Инверторы ведомые сетью
2. Автономные инверторы
3. Частотные преобразователи

Типовые задания третьей КР:

1. Широтно-импульсные преобразователи.
2. ПЧ с посредственной связью нагрузки с сетью.
3. Аварийные режимы работы ТП.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС программы прикладного бакалавриата.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине устно по вопросам (ТВ), составленных для проверки усвоенных знаний, реферата и презентации (РП) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Перечень вопросов формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Полупроводниковые материалы
2. Зонная теория энергетических диаграмм полупроводников для всех видов электропроводности.
3. Принцип действия n-p перехода.
4. Вольтамперная характеристика n-p перехода,
5. Математическое выражение прямого и обратного токов.
6. Классификация полупроводниковых резисторов: определения, условные графические обозначения, вольтамперные характеристики, сфера применения.
7. Обзор полупроводниковых диодов (объем материала по указанию преподавателя)
8. Биполярные и полевые транзисторы, IGBT транзисторы
9. Влияние температуры на работу полупроводниковых диодов и транзисторов.
10. Работа схем для способов задания смещения и стабилизации режима работы транзисторов. Свойства схем включения транзисторов.

11. Математическая модель тиристора и область их применения.
12. Электронные усилители
13. Прикладные схемы операционных усилителей.
14. Электронные генераторы
15. Импульсные устройства
16. Принципы действия практических схемных решений на операционных усилителях (компараторы, триггеры, мультивибраторы, генераторы линейно падающего напряжения и др.).
17. Общие сведения об интегральной технологии изготовления микросхем. Полупроводниковые и гибридные интегральные схемы (полностью на самостоятельное изучение).

Типовые вопросы и задания расчетно-графических работ для контроля освоенных умений:

1. Влияние температуры на работу полупроводниковых диодов и транзисторов.
2. Свойства схем включения транзисторов.
3. Способы задания смещения и стабилизации режима работы транзисторов.
4. Определение h -параметров БТ.
5. Рекомендации к выбору БТ при проектировании многокаскадных усилителей с учётом грамотного места их включения в общую схему данных усилителей.
6. Влияние ОС на параметры и характеристики ОУ.
7. Прикладные свойства ОУ.
8. Развитие элементной базы современной электроники с целью перспективных разработок новых схемных решений генераторов гармонических и импульсных колебаний, предназначенных для их использования в оптическом и рентгеновском спектрах частот, необходимые для освоения космоса, медицины и обороны страны.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Элементная база современной электроники и электронных устройств, включает теоретический материал тем модуля 1.
2. Интегральные микросхемы силовой электроники и сфера их использования, включает теоретический материал тем модуля 2.
3. Практическое решение проблемы непосредственного преобразования ядерной энергии в электричество, включает теоретический материал тем модуля 3.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания

путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы магистратуры. Шкала и критерии оценки результатов обучения для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в таблицах 2.3, 2.4 и 2.5.

Таблица 2.3. Шкала оценивания уровня знаний

Балл	Уровень усвоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно ответил на теоретический вопрос. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент ответил на теоретический вопрос с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При ответе на теоретический вопрос студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.4. Шкала оценивания уровня умений

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоенных умений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил практическое задание. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил практическое задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении практического задания студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Таблица 2.5. Шкала оценивания уровня приобретенных владений

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил комплексное задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>

Балл	Уровень приобретения	Критерии оценивания уровня приобретенных владений
		<i>вопросов.</i>
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил комплексное задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>При выполнении комплексного задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</i>

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата.

В оценочный лист включаются:

1. Интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля по 4-х балльной шкале оценивания.
2. Три оценки за ответы на вопросы и задания по 4-х балльной шкале оценивания дают возможность проставить оценку экзамена.
3. Средняя оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций дает оценку экзамена.
4. Итоговый экзамен по уровню сформированности дисциплинарных компетенций.

По первым 4-м оценкам вычисляется средняя оценка промежуточной аттестации по дисциплине, на основании которой по сформулированным критериям выставляется итоговый экзамен уровня сформированности заявленных дисциплинарных компетенций.