

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Полупроводниковое преобразование электроэнергии

Кафедра Инженерная физика факультета физического

Образовательная программа магистратуры

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы

Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии

Форма обучения

Очная, очно-заочная

Статус дисциплины: дисциплина по выбору (Б1.В.ДВ.01.01)

Махачкала
2022

Рабочая программа дисциплины «Полупроводниковое преобразование электроэнергии» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника от «28» февраля 2018 г. № 147 (изменения в ФГОС ВО, утвержденные приказом Минобрнауки России от «26» ноября 2020 г. № 1456 и от «08» февраля 2021 г. № 82).

Разработчик(и): кафедра «Инженерная физика»
Нурмагомедов Ш.А., к. ф-м. н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры Инженерная физика от «22» 03 2022г., протокол № 7

Зав. кафедрой С. Садыков Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» 03 2022 г., протокол № 7.

Председатель Мурлиева Ж.Х. Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.

Начальник УМУ А.Г. Гасангаджиева Гасангаджиева А.Г.

Семестр	Курс	Учебные занятия			СРС, в том числе дифференциальный	Форма промежуточной аттестации (экзамен, дифференциальный экзамен)
		Лекции	Лабораторные работы	Прочие занятия		
1	144	12	12	12	108	дифференциальный экзамен
2	144	12	12	12	108	дифференциальный экзамен

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Полупроводниковое преобразование электроэнергии является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Энергетика и электротехника.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением принципов построения и проектирования полупроводниковых преобразователей электроэнергии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных – УК-4, общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-2, профессиональных – ПК-1.2, ПК-2.1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа магистрантов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе зачет, дифференцированный зачет, экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	...				
1	144	36	18		18			108	дифференцированный зачет	

Очно-заочная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе зачет, дифференцированный зачет, экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем				
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	...				
3	144	24	12		12			120	дифференцированный зачет	

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Полупроводниковое преобразование электроэнергии являются изучение принципов построения и проектирования полупроводниковых преобразователей для электроэнергетики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Полупроводниковое преобразование электроэнергии является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Для успешного освоения дисциплины необходимо изучение дисциплин «Физика полупроводников», «Электротехника».

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении магистерской выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения и процедура освоения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (ых) языке (ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1. Осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие, в том числе на иностранном языке.	Знает: правила, основы, этикет составления типовой деловой документации на русском и иностранном языках Умеет: - создавать на русском и иностранном языке письменные тексты научного и официально-делового стилей речи по профессиональным вопросам; - производить редакторскую и корректорскую правку деловой документации на русском и иностранном языке. Владет: - навыками представления планов и результатов собственной и командной деятельности с использованием коммуникативных технологий; - навыками создания на русском и иностранном языках типовой деловой документации.	Устный опрос, письменный опрос
	УК-4.2. Переводит академические тексты (рефераты, аннотации, обзоры, статьи и т. д.) с иностранного языка или на иностранный язык.	Знает: - технические термины на иностранных языках, относящиеся к профессиональной деятельности; - способы представления результатов своей исследовательской и проектной деятельности в форме докладов, рефератов, презентаций, научных статей и др. на русском и иностранном языках. Умеет:	

		<p>- переводить научные тексты с иностранного языка или на иностранный язык;</p> <p>- организовать обсуждение и представлять результаты своей исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвовать в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках.</p> <p>Владеет:</p> <p>- навыками перевода научных текстов на иностранные или с иностранных языков;</p> <p>- навыками организовать обсуждение и представлять результаты своей исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвовать в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках.</p>	
	УК-4.3. Использует современные информационно-коммуникативные средства для коммуникации.	<p>Знает:</p> <p>- основы современных коммуникативных технологий;</p> <p>- компьютерные технологии и информационную инфраструктуру в организации;</p> <p>- основы делового языка профессиональной направленности.</p> <p>Умеет: применять современные коммуникативные технологии, выбирать стиль общения, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия.</p> <p>Владеет: навыками применять адекватные коммуникативные технологии для решения профессиональных задач, грамотно применять их в профессиональной деятельности, в том числе на иностранном языке.</p>	
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования.	<p>Знает: типовые процедуры формулирования целей и задач проблемно-ориентированных прикладных программных средств в сфере профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет: генерировать новые цели и задачи исследований ориентированных на решение инженерных задач с использованием современных информационных и компьютерных технологий, средств коммуникаций.</p> <p>Владеет: навыками предложений новых подходов, целей и задач решения инженерных задач с использованием современных информационных технологий.</p>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач.</p>	<p>Знает: -основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области электроэнергетики и электротехники; - новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности. Умеет: реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности. Владеет: навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности</p>	
	<p>ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.</p>	<p>Знает: - основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы; -критерии оценки работы электрооборудования и принятие решений. Умеет: - выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ согласно принятым критериям; - вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата работы электрооборудования. Владеет: - навыками проводить качественный и количественный анализ на основе выбранных критериев; - методами решения выявленных проблем и оценки эффективности выбранного решения.</p>	
<p>ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи.</p>	<p>Знает: - актуальные проблемы, основные задачи, направления, тенденции и перспективы развития современной возобновляемой энергетики, а также смежных областей науки и техники; - принципы планирования экспериментальных исследований для решения поставленной задачи. Умеет: - самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований; - рассматривать возможные варианты реализации экспериментальных исследований, оценивая их достоинства и недостатки. Владеет: навыками формулировать конкретные темы исследования, планировать эксперименты по заданной методике для эффективного решения поставленной задачи.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос</p>

	<p>ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные приемы обработки и представления результатов выполненного исследования; - передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения по теме исследования. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные приемы обработки, анализа и представления экспериментальных данных; - формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по выполненной работе. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками обработки, анализа и интерпретации полученных данных с использованием современных информационных технологий; - формулировать и аргументировать выводы и рекомендации по исследовательской работе. 	
	<p>ОПК-2.3. Представляет результаты выполненной работы.</p>	<p>Знает: современные инновационные методы представления выполненных исследований, в том числе с использованием программ презентаций.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сформулировать основные цели, задачи, и преимущества выполненных работ профессиональной деятельности; - составлять презентации и грамотно представлять результаты выполненной работы. <p>Владеет: навыками самостоятельного составления докладов и представления результатов выполненной работы современными инновационными методами.</p>	
<p>ПК-1. Способен планировать и осуществлять контроль выполнения водно-энергетического режима работы ГЭС/ГАЭС</p>	<p>ПК-1.2. Способен проводить расчеты водно-энергетического режима работы ГЭС/ГАЭС.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормативные документы по вопросам регулирования водных отношений; - правила использования водных ресурсов водохранилища; - гидрологические характеристики водохранилища ГЭС/ГАЭС, режимы использования водных ресурсов водохранилища; - основы инженерной гидравлики, инженерной гидрологии, гидроэнергетики, нетрадиционной и возобновляемой энергетики, гидротехнические сооружения и гидравлические машины; - основные принципы охраны окружающей среды и методы рационального природопользования; - систему измерений и учета основных водно-энергетических показателей ГЭС/ГАЭС; - теоретические основы электротехники; 	<p>Письменный опрос</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - основные технологические процессы производства электроэнергии, режимы производства, электрическую схему станции; - основы гидроэнергетики, электрические станции и подстанции; - электрическую часть ГЭС/ ГАЭС, основное и вспомогательное оборудование ГЭС/ ГАЭС; - требования промышленной безопасности и охраны труда; - организационно-распорядительные, нормативные, методические документы по вопросам разработки и ведения водно-энергетических режимов, выполнения технических и технико-экономических расчетов; - методы расчетов и разработки водно-энергетических режимов, схему расчетных моделей и методики расчетов по ним; - режимы пропуска воды через водопропускные сооружения ГЭС/ ГАЭС; - схему построения автоматизированных систем управления (далее АСУ), правила эксплуатации программно-технических средств АСУ, вычислительной техники. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять расчеты водохозяйственных и водно-энергетических режимов гидроэнергетических установок с водохранилищами разного вида регулирования речного стока; - выполнять типовые расчеты в области гидромеханики и гидравлики; - учитывать изменение состояния оборудования при расчете водно-энергетического режима работы гидроэнергетических объектов; - использовать данные расчетов при разработке проектов режимных указаний и решении других вопросов режимного характера; - составлять оперативные графики прогнозируемой нагрузки, расчетные значения оптимальных и допустимых нагрузок; - использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области; - использовать в работе нормативную и техническую документацию, анализировать научно-техническую информацию. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа полученной гидрометеорологической информации и построения гидрографа притока на краткосрочную перспективу; - навыками расчета сезонных и технических ограничений мощности; 	
--	--	---	--

		<ul style="list-style-type: none"> - навыками определения располагаемой (рабочей) мощности с разбивкой по агрегатам в разрезе суток; - навыками расчета оптимального водно-энергетического режима станции/ каскада станций; - навыками формирования заявляемого диспетчерского графика нагрузки; - навыками расчета, подготовки решений на изменение режима через водосбросные сооружения, водосливную плотину и донные водосбросы. 	
ПК-2. Способен управлять деятельностью по ремонтам ЭТО ГЭС/ ГАЭС	ПК-2.1. Способен осуществлять организацию работы подразделения по ремонту ЭТО ГЭС/ ГАЭС	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение, конструкцию, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила технической эксплуатации ЭТО, установленного на ГЭС; - систему планово-предупредительного ремонта, рациональной эксплуатации ЭТО; - нормативные и методические материалы по организации ремонтов и технического обслуживания ЭТО сооружений ГЭС; - основы технологического процесса производства электрической энергии и мощности; - основные технологические и электрические схемы ГЭС; - схемы, конструктивное выполнение электрических машин постоянного тока ремонтируемых серий; - правила оформления технической документации; - правила технической эксплуатации электростанций и сетей; - правила устройства электроустановок; - современные технологии и оборудование в гидроэнергетике, тенденции и перспективы их развития; - основы гидротехники, гидравлики, механики, электротехники; - методы энергосбережения и энергоэффективности; - основы сметного дела, методики сметного планирования для электроэнергетики; - нормы численности работников и производственных мощностей для выполнения ремонта оборудования; - технологию производства ремонтных работ ЭТО; - стандарты по испытаниям оборудования, пуску и наладке оборудования; - правила применения и испытаний средств защиты, используемых в электроустановках; - порядок сдачи-приемки выполне- 	Устный опрос, письменный опрос

		<p> мых ремонтных работ ЭТО; - методику оценки качества ремонта энергетического оборудования; - нормативные, методические документы по вопросам, касающимся деятельности подразделения; - нормативные правовые акты, определяющие направления развития электроэнергетики; - правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики; - методы защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, стихийных бедствий; - основы экономики и организации производства в гидроэнергетике. </p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать информацию для оценки состояния оборудования; - определять причины неисправностей и отказов ЭТО; - использовать технические средства для измерения основных параметров работы оборудования; - применять навыки деловой переписки; - использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области; - рассчитывать объемы и сроки проведения ремонта ЭТО; - составлять и читать конструкторскую документацию, рабочие чертежи, электрические схемы; - оформлять техническую и отчетную документацию по эксплуатации, ремонтам ЭТО; - проводить испытания оборудования; - организовывать профилактические осмотры оборудования; - принимать технические решения по составу ремонтных работ; - контролировать технические параметры работающего оборудования; - планировать производственную деятельность, ремонты оборудования; - организовывать деятельность по ремонту оборудования; - обосновывать принятые технические решения; - вести переговоры; - принимать решения в условиях неопределенности и быстрой смены задач. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками подготовки текущих и перспективных планов работы подразделения, графиков выполнения отдельных работ или мероприятий 	
--	--	--	--

		по ремонту ЭТО; - навыками формирования необходимой отчетности по подразделению; - навыками определения должностных лиц, ответственных за организацию безопасного производства; - навыками анализа текущей ситуации и разработки планов мероприятий по повышению надежности и модернизации оборудования; - навыками выполнения трудовых функций подчиненных работников при необходимости.	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часа.

4.2. Структура дисциплины

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме обучения.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистрантов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа, в т. ч. эк-замен	
Модуль 1. Полупроводниковые элементы преобразователей электроэнергии.								
1	Тема 1.1. Диоды, транзисторы.	1	3	2			14	Устный и письменный опрос
2	Тема 1.2. Тиристоры.	1	2	3			12	
	<i>Итого по модулю 1:</i>		5	5			26	
Модуль 2. Устройства выпрямления переменного тока.								
3	Тема 2.1. Неуправляемые выпрямители переменного тока.	1	3	2			13	Устный и письменный опрос
4	Тема 2.2. Управляемые выпрямители переменного тока.	1	2	3			13	
	<i>Итого по модулю 2:</i>		5	5			26	
Модуль 3. Инверторы.								
5	Тема 3.1. Зависимые инверторы.	1	2	2			14	Контрольная работа
6	Тема 3.2. Автономные инверторы.	1	2	2			14	
	<i>Итого по модулю 3:</i>		4	4			28	
Модуль 4. Преобразователи постоянного тока.								
7	Тема 4.1. Импульсные преобразователи постоянного тока.	1	4	4			28	дифференцированный зачет

	<i>Итого по модулю 4:</i>		4	4			28	
	ИТОГО:		18	18			108	Дифференцированный зачет

4.2.2. Структура дисциплины в очно-заочной форме обучения.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистрантов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа, в т. ч. эк-замен	
Модуль 1. Полупроводниковые элементы преобразователей электроэнергии.								
1	Тема 1.1. Диоды, транзисторы.	3	1	1			16	Устный и письменный опрос
2	Тема 1.2. Тиристоры.	3	1	1			16	
	<i>Итого по модулю 1:</i>		2	2			32	
Модуль 2. Устройства выпрямления переменного тока.								
3	Тема 2.1. Неуправляемые выпрямители переменного тока.	3	2	2			14	Устный и письменный опрос
4	Тема 2.2. Управляемые выпрямители переменного тока.	3	2	2			14	
	<i>Итого по модулю 2:</i>		4	4			28	
Модуль 3. Инверторы.								
5	Тема 3.1. Зависимые инверторы.	3	2	2			14	Контрольная работа
6	Тема 3.2. Автономные инверторы.	3	2	2			14	
	<i>Итого по модулю 3:</i>		4	4			28	
Модуль 4. Преобразователи постоянного тока.								
7	Тема 4.1. Импульсные преобразователи постоянного тока.	3	2	2			32	дифференцированный зачет
	<i>Итого по модулю 4:</i>		2	2			32	
	ИТОГО:		12	12			120	Дифференцированный зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Полупроводниковые элементы преобразователей электроэнергии.

Тема 1.1. Диоды, транзисторы.

Введение. Виды преобразования электрической энергии. Основные элементы силовых преобразователей электроэнергии. Классификация эле-

ментов преобразователей. Диоды. Принцип работы диодов. Основные характеристики диодов. Транзисторы. Биполярные транзисторы. Полевые и комбинированные транзисторы.

Тема 1.2. Тиристоры.

Тиристоры. Виды тиристоров. Основные характеристики тиристоров. Схемы включения тиристоров. Предельные параметры силовых ключей.

Модуль 2. Устройства выпрямления переменного тока.

Тема 2.1. Неуправляемые выпрямители переменного тока

Выпрямители и классификация выпрямителей. Неуправляемые выпрямители. Однофазная однополупериодная схема выпрямления. Двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой. Однофазная мостовая схема. Трехфазная нулевая схема выпрямления. Трехфазная мостовая схема выпрямления.

Тема 2.2. Управляемые выпрямители переменного тока.

Однофазные управляемые выпрямители. Однополупериодный управляемый выпрямитель. Двухполупериодный управляемый выпрямитель со средней точкой. Особенности коммутационных процессов в управляемых выпрямителях. Однофазный мостовой управляемый выпрямитель. Трехфазные управляемые выпрямители. Трехфазный нулевой управляемый выпрямитель. Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель.

Модуль 3. Инверторы.

Тема 3.1. Зависимые инверторы.

Зависимые инверторы. Однофазные зависимые инверторы. Двухполупериодный зависимый инвертор со средней точкой. Особенности коммутационных процессов в зависимых инверторах. Трехфазные схемы зависимых инверторов. Энергетические показатели зависимых инверторов.

Тема 3.2. Автономные инверторы.

Автономные инверторы. Инверторы тока. Параллельные инверторы тока. Последовательные инверторы тока. Последовательно-параллельные инверторы тока. Резонансные инверторы. Инверторы напряжения.

Модуль 4. Преобразователи постоянного тока.

Тема 4.1. Импульсные преобразователи постоянного тока.

Нереверсивные импульсные преобразователи постоянного тока. Реверсивные импульсные преобразователи постоянного тока. Заключение.

4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

На практических занятиях магистранты получают навыки расчета режимов работы преобразовательных устройств, выбора силовых полупроводниковых вентилях, расчета параметров реактивных силовых элементов, проектирования конкретных схем преобразователей для электроэнергетических установок.

В контрольных работах магистранту предлагается по заданным входным и выходным параметрам преобразователя произвести расчет токов и напряжений в силовых полупроводниковых элементах, расчет параметров

реактивных элементов фильтра, сделать выбор силовых полупроводниковых приборов и произвести тепловой расчет.

Модуль 1. Полупроводниковые элементы преобразователей электроэнергии.

Тема 1.1. Диоды, транзисторы.

Принципы работы диодов и транзисторов. Основные характеристики.

Тема 1.2. Тиристоры.

Основные характеристики тиристоров. Схемы включения тиристоров.

Модуль 2. Устройства выпрямления переменного тока.

Тема 2.1. Неуправляемые выпрямители переменного тока.

Расчет неуправляемого трехфазного мостового выпрямителя.

Тема 2.2. Управляемые выпрямители переменного тока.

Расчет управляемого трехфазного мостового выпрямителя.

Модуль 3. Инверторы.

Тема 3.1. Зависимые инверторы.

Расчет однофазного зависимого инвертора.

Тема 3.2. Автономные инверторы.

Расчет мостового автономного транзисторного инвертора напряжения.

Модуль 4. Преобразователи постоянного тока.

Тема 4.1. Импульсные преобразователи постоянного тока.

Расчет понижающего импульсного преобразователя постоянного напряжения. Расчет выходного фильтра.

4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

По учебному плану лабораторных занятий не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы, практические занятия, контрольные работы, зачет, компьютеры.

Практические занятия проводятся в форме семинаров, компьютерных симуляций преобразовательных установок, ознакомления с действующими макетами.

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, к тестам, контрольным работам, выполнение домашних заданий.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым магистранты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистрантов.

Самостоятельная работа магистрантов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;

- подготовки к практическим занятиям.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания

1. Что такое полупроводник? Какова его удельная проводимость? Какие материалы являются полупроводниками?
2. Свойства и особенности полупроводников?
3. Объясните образование электронов проводимости в полупроводниках.
4. Что такое электронно-дырочный переход (ЭДП)? Как его получают? Каковы свойства p-n-перехода?
5. Объясните образование p-n-перехода.
6. Нарисуйте схему подключения к p-n-переходу внешнего источника тока.
7. Нарисуйте вольт-амперную характеристику (ВАХ) p-n-перехода.
8. Что такое пробой? Какой бывает пробой?
9. Что такое инжекция в полупроводниках?
10. Что такое полупроводниковый диод?
11. Какие бывают виды полупроводниковых диодов?
12. Какими методами получают полупроводниковые диоды?
13. Нарисуйте вольт-амперную характеристику выпрямительного диода, эквивалентную схему этого диода.
14. Каковы статические и динамические параметры силовых диодов?
15. Опишите высокочастотные диоды.
16. Каковы особенности работы стабилитрона?
17. Опишите светоизлучающие диоды.
18. Опишите фотодиоды.
19. Опишите структуру тиристора.
20. Нарисуйте вольт-амперную характеристику тиристора.
21. Нарисуйте схему и семейство вольт-амперных характеристик управляемого тиристора при различных $I_{упр}$.
22. Каковы важнейшие параметры тиристора?
23. Что такое симистор? Опишите его структуру.
24. Что такое транзистор? Как он устроен?
25. Нарисуйте схему биполярного транзистора.
26. Какие виды биполярных транзисторов вы знаете?
27. Объясните принцип действия биполярного транзистора p-n-p-типа.
28. Каковы режимы работы транзистора?
29. Нарисуйте схемы включения биполярных транзисторов.
30. Нарисуйте вольт-амперную характеристику биполярного транзистора для схемы с общей базой.
31. Нарисуйте вольт-амперную характеристику биполярного транзистора для схемы с общим эмиттером.
32. Каковы основные параметры биполярного транзистора?

33. Что такое полевой транзистор?
34. Из чего состоит полевой транзистор с управляющим р-n-переходом?
35. Какие бывают полевые транзисторы?
36. Схематически изобразите полевой транзистор.
37. Как изображают полевой транзистор с управляющим переходом в электрических схемах?
38. Нарисуйте электрические схемы включения полевого транзистора с управляющим р-n-переходом с каналом n- и p-типа.
39. Расскажите о работе полевого транзистора с управляющим р-n-переходом с каналом n-типа.
40. Нарисуйте выходную характеристику полевого транзистора с управляющим р-n-переходом и каналом n-типа.
41. Перечислите основные параметры полевых транзисторов с управляющим р-n-переходом.
42. Перечислите преимущества и недостатки полевых транзисторов с управляющим р-n-переходом.
43. Какие вы знаете типы полевых транзисторов с изолированным затвором?
44. Нарисуйте топологию полевых транзисторов с изолированным затвором.
45. Каковы выходные характеристики МДП-полевых транзисторов?
46. Что такое МОП-транзисторы?
47. Что такое МНОП-транзисторы?
48. Что такое МОП-структуры с плавающим затвором?
49. Нарисуйте схематическое изображение МОП-транзисторов обедненного типа с n-каналом и с p-каналом.
50. Нарисуйте схему включения полевого транзистора с изолированным затвором и каналом n-типа.
51. Опишите действие схемы включения полевого транзистора с изолированным затвором и каналом n-типа при подаче напряжения.
52. Нарисуйте схематическое обозначение МОП-транзистора с изолированным затвором обогащенного типа.
53. Нарисуйте электрическую схему включения МОП-транзистора с p-каналом обогащенного типа.
54. Расскажите о характеристиках МОП-полевого транзистора в области плавного канала.
55. Нарисуйте вольт-амперную характеристику полевого транзистора в области плавного канала.
56. Расскажите о характеристиках МОП-полевого транзистора в области отсечки.
57. Что такое МНОП-транзистор?
58. Нарисуйте схемы МНОП-полевого транзистора и МОП-полевого транзистора с плавающим затвором.
59. Что такое эмиттерный повторитель?
60. Нарисуйте схему эмиттерного повторителя.

61. Нарисуйте схему усилителя на транзисторе с общей базой.
62. Перечислите достоинства, недостатки и применение выпрямительных приборов.

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

1. Общий результат по модулю выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущей работы - 80 % и текущего контроля - 20 %.

Текущая работа по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- участие на практических занятиях - 60 баллов.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - баллов,
- письменная контрольная работа - 20 баллов.

2. Промежуточный контроль

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов;
- тестирование - 10 баллов.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) адрес сайта курса

phys.dgu.ru <http://cathedra.dgu.ru/OfTheDepartment.aspx?id=2563>

б) основная литература:

1. Миловзоров, О.В. Электроника [Текст]: [учеб. для вузов]/ Миловзоров, Олег Владимирович, И. Г. Панков. - 4-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2008. - 288 с.
2. Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы [Текст]: учеб. пособие/ Пасынков, Владимир Васильевич, Л. К. Чиркин. - Изд. 8-е, испр. - СПб. [и др.]: Лань, 2009, 2006, 2001. - 479 с.
3. Сборник задач по электротехнике и электронике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.В. Бладыко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Высшэйшая школа, 2013. — 478 с. — 978-985-06-2287-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20262.html>
4. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс]/ А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Электрон. текстовые данные. — М.: Техносфера, 2013. — 228 с. — 978-5-94836-367-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876.html>

в) дополнительная литература:

1. Информационно-измерительная техника и электроника [Текст]: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. диплом. специалистов "Электроэнергетика"/ [Г.Г. Раннев и др.]; под ред. Г.Г. Раннева. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2007. - 510 с.
2. Кравченко, А. Ф. Физические основы функциональной электроники

[Текст]: Учеб. пособие для вузов/ Кравченко, Александр Филиппович; Отв. ред. И.Г.Неизвестный. - Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 2000. - 442 с.

3. Кольцов Г.И. Физика полупроводниковых приборов. Расчет параметров биполярных приборов [Электронный ресурс]: сборник задач/ Г.И. Кольцов, С.И. Диденко, М.Н. Орлова. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2012. — 78 с. — 978-5-87623-533-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56589.html>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
2. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный.
4. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
5. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020
6. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн»: www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537наименований.
7. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанному ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок.
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ <https://e.lanbook.com/>. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действия договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023 г.
10. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока. Договор может пролонгироваться не-

ограниченное количество раз, если ни одна из сторон не желает его рас-
торгнуть.

11. **Scopus** издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. <https://www.scopus.com>
12. **Wiley Online Library**. Коллекция журналов Freedom Collection издательства Elsevier. Письмо РФФИ от 17.07.2010 г. № 742 о предоставлении лицензионного доступа к электронному ресурсу Freedom Collection издательства Elsevier в 2022 г. <https://onlinelibrary.wiley.com/>
13. **Международное издательство Springer Nature**. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
14. **Журналы American Physical Society**. Базы данных APS (American Physical Society). Письмо РФФИ от 10.11.2020 г. № 1265 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных American Physical Society в 2022 г. <http://journals.aps.org/about>
15. **Журналы Royal Society of Chemistry**. База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>
16. **Журнал Science (AAAS)** <http://www.sciencemag.org/>
17. **Единое окно** <http://window.edu.ru/> (интернет ресурс)
18. Дагестанский региональный ресурсный центр <http://rrc.dgu.ru/>
19. **Нэикон** <http://archive.neicon.ru/>
20. <http://electrotechnikdgu.blogspot.com> –авторский блог по электротехнике

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания магистрантам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать магистранта к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых магистрантам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература».

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в ВУ-Зе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования магистрант делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения

дисциплины особое значение имеют рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Магистранту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к зачету, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
4. База данных электронных библиотечных ресурсов Elsevier <http://elsevierscience.ru>
5. Информационные ресурсы издательства Springer <http://www.springerlink.com/journals>
6. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/lib>
7. Электронные источники научно-технической информации некоммерческого партнерства «Национальный электронно-информационный консорциум» <http://www.neicon.ru>
8. Ресурсы Университетской информационной системы Россия (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (ИС «Единое окно») <http://window.edu.ru>

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.