

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баламирзоев Назим Лидинович  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 26.09.2023 17:42:08  
Удостоверение владельца:  
2a04bb882d7edb7f479cb266eb4aaaaedebee849

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Дагестанский государственный технический университет»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Полупроводниковое преобразование энергии  
наименование дисциплины по ОПОП

для направления 13.04.02. «Электроэнергетика и электротехника»  
код и полное наименование направления (специальности)

по магистерской программе Преобразование возобновляемых видов энергии и установки на их основе


факультет Магистерской подготовки  
наименование факультета, где ведется дисциплина


кафедра Теоретической и общей электротехники  
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Форма обучения очная, очно-заочная, заочная, курс 1 семестр (ы) 1  
очная, очно-заочная, заочная

Махачкала 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» с учетом рекомендаций ОПОП ВО по магистерской программе «Преобразование возобновляемых видов энергии и установки на их основе».

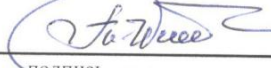
Разработчик  Евдулов Д.В. к.т.н.  
« 15 » 09 20 21 г. подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)


Зам. заведующего выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю)  Хазамова М.А., к.т.н., доцент  
« 16 » 09 20 21 г. подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры ТиОЭ от 16.09.2021 года, протокол № 1

Программа одобрена на заседании Методической комиссии факультета КТВТиЭ от 17.09.2021 года, протокол № 9.

Председатель Методической комиссии факультета КТВТиЭ

 Исабекова Г.И., к.ф-м.н., доцент  
« 17 » 09 20 21 г. подпись (ФИО уч. степень, уч. звание)

И.о. проректора по учебной работе  Баламирзоев Н.Л.  
подпись ФИО

Декан факультета  Ашуралиева Р.К.  
подпись ФИО

Начальник УО  Магомаева Э.В.  
подпись ФИО

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины.**

Целью изучения дисциплины (модуля) является изучение принципов построения и проектирования полупроводниковых преобразователей для электроэнергетики. Формирование у будущих магистров знаний по основным видам преобразовательных устройств, широко применяемых в промышленности, на основе которых реализуются разнообразные источники питания.

Задачей данной дисциплины является обучение студентов пониманию принципов построения силовых полупроводниковых преобразователей, выполненных с использованием различной элементной базы, освоению современных методов их проектирования и определению областей их эффективного использования.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Учебная дисциплина «Полупроводниковое преобразование энергии» включена в вариативную часть дисциплин. Дисциплина связана с дисциплинами «Общая электроэнергетика», «Энергосбережение».

Основными видами занятий являются лекции и практические занятия. Для освоения дисциплины наряду с проработкой лекционного материала необходимо проведение самостоятельной работы.

Основными видами текущего контроля знаний являются контрольные работы по каждой теме.

Основным видом рубежного контроля знаний является экзамен.

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу для изучения дисциплин: «Преобразование возобновляемых видов энергии и установки на их основе», «Приемники и потребители электроэнергии в системах электроснабжения», «Управление качеством электроэнергии», «Проектирование систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии», «Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики», «Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты», «Изоляция и перенапряжение электроэнергетических систем».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Полупроводниковое преобразование энергии»**

В результате освоения дисциплины «Полупроводниковое преобразование энергии» обучающийся по направлению подготовки **13.04.02. – «Электроэнергетика и электротехника» по магистерской программе – «Преобразование возобновляемых источников энергии и установки на их основе»**, в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО должен обладать следующими компетенциями (см. таблицу 1):

Таблица 1

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименование показателя оценивания (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
УК-1.	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>УК-1.1.</p> <p>Знает: методы системного и критического анализа при построения полупроводниковых преобразователей, выполняемых на различной элементной базе ;</p> <p>УК-1.2.</p> <p>Умеет: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций для оценки эффективности применения силовых полупроводниковых преобразователей в электроэнергетике;</p> <p>УК-1.3.</p> <p>Владеет: методологией системного и критического анализа информации при проектировании и расчете полупроводниковых преобразователей электроэнергии;</p>
ПК-2.	Способен организовать и выполнять работы по эксплуатации устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики.	<p>ПК-2.1.</p> <p>Знает: организацию и выполнение работ по техническому обслуживанию устройств и комплексов релейной защиты и автоматики с использованием полупроводниковых преобразователей энергии ;</p> <p>ПК-2.2.</p> <p>Умеет: организовать и выполнять работы по техническому обслуживанию устройств и комплексов релейной защиты и автоматики с использованием полупроводниковых преобразователей энергии;</p> <p>ПК-2.3.</p> <p>Владеет: навыками организации и выполнения работ по техническому обслуживанию устройств и комплексов релейной защиты и автоматики с использованием полупроводниковых преобразователей энергии;</p>

#### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b>	<b>очно-заочная</b>	<b>заочная</b>
Общая трудоемкость по дисциплине (ЗЕТ/ в часах)	3/108	3/108	3/108
Лекции, час	17	9	6
Практические занятия, час	34	17	12
Лабораторные занятия, час	-	-	-
Самостоятельная работа, час	21	46	81
Курсовой проект (работа), РГР, семестр	-	-	-
Зачет (при заочной форме <b>4 часа</b> отводится на контроль)	-	-	-
Часы на экзамен (при очной, очно-заочной формах <b>1 ЗЕТ – 36 часов</b> , при заочной форме - <b>9 часов на контроль</b> )	36 часов-экзамен	36 часов-экзамен	9 часов на контроль

#### 4.1. Содержание дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины, тема лекции и вопросы	Очная форма				Очно-заочная форма				Заочная			
		ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	ЛК	ПЗ	ЛБ	СР
1	<p><b>Лекция 1. Тема: «Введение»</b></p> <p>1. Предмет преобразовательной техники</p> <p>2. Назначение и классификация устройств преобразовательной техники</p> <p>3. Роль преобразовательной техники в автоматизации производственных процессов и других отраслях техники.</p>	2	4		2	3	6		3	2	4		5
2	<p><b>Лекция 2.Тема: «Силовые полупроводниковые приборы»</b></p> <p>1. Диоды. Назначение и классификация силовых диодов</p> <p>2. Статические и динамические характеристики силовых диодов</p> <p>3. Тиристоры. Назначение и классификация тиристоров.</p> <p>4. Транзисторы. Назначение и классификация транзисторов.</p>	2	4		2				6				11
3	<p><b>Лекция 3. Тема: «Преобразователи однофазного и трехфазного тока»</b></p> <p>1. Идеализированные преобразователи однофазного и трехфазного тока</p> <p>2. Управляемые и</p>	2	4		2				6				11

	<p>неуправляемые схемы выпрямления</p> <p>3. Однофазные и трехфазные, нулевая и мостовая схемы выпрямления</p> <p>4. Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при различных видах нагрузки</p>												
4	<p><b>Лекция 4. Тема: «Преобразователи постоянного и переменного напряжения»</b></p> <p>1. Понижающие преобразователи постоянного напряжения</p> <p>2. Повышающие преобразователи постоянного напряжения</p> <p>3. Инвертирующие преобразователи постоянного напряжения</p> <p>4. Преобразователи переменного напряжения</p>	2	4		5	3	6		6	2	4		11
5	<p><b>Лекция 5. Тема: «Автономные инверторы и преобразователи частоты»</b></p> <p>1. Классификация автономных инверторов</p> <p>2. Автономные инверторы тока на тиристорах</p> <p>3. Инверторы напряжения на транзисторах</p> <p>4. Преобразователи частоты</p>	2	4		2				6				11

6	<p><b>Лекция 6. Тема: «Ведомые инверторы»</b></p> <p>1. Классификация инверторов</p> <p>2. Переход от выпрямительного к инверторному режиму</p> <p>3. Регулировочные и внешние характеристики ведомого инвертора</p>	2	4		2				3				5
7	<p><b>Лекция 7. Тема: «Импульсные преобразователи (регуляторы) постоянного напряжения</b></p> <p>1. Принцип широтно-импульсного регулирования постоянного напряжения. Широтно-импульсное и частотно-импульсное регулирование</p> <p>2. Основные схемы транзисторных ППН</p> <p>3. Силовые транзисторные ППН с непосредственной связью: повышающий, понижающий, инвертирующий</p>	2	4		2	3	5		5	2	4		9
8	<p><b>Лекция 8. Тема: «Системы управления силовых преобразователей</b></p> <p>1. Системы импульсно фазового управления (СИФУ): требования предъявляемые к СИФУ, структурные схемы</p> <p>2. Системы управления транзисторных преобразователей с широтно-импульсным управлением</p> <p>3. Цифровые и микропроцессорные системы управления</p>	2	4		2				5				9



9	<b>Лекция 9. Тема:</b> <b>«Термоэлектрические генераторы»</b>  1. Устройство и принцип работы термоэлектрического генератора  2. Термоэлектрические генераторы на органическом топливе  3. Солнечные термоэлектрические генераторы	1	2		2				6				9
Форма текущего контроля успеваемости ( по срокам текущих аттестаций в семестре)		Входная конт, работа  1 аттестация 1-3 тема  2 аттестация 4-6 тема  3 аттестация 7-9 тема								Входная конт. работа;  Контрольная работа			
Форма промежуточной аттестации за 1 семестр		экзамен  (13ЕТ-36ч на контроль)				экзамен  (1 ЗЕТ-36 ч. на контроль)				экзамен  (9 часов на контроль)			
<b>Итого за 1 семестр:</b>		<b>17</b>	<b>34</b>		<b>21</b>	<b>9</b>	<b>17</b>		<b>46</b>	<b>6</b>	<b>12</b>		<b>81</b>

#### 4.2.Содержание практических занятий

№ п/п	№ лекции из рабочей программы	Наименование (практического, семинарского занятия)	Количество часов			Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
			Очно	Очно-заочно	Заочно	
1	2	3	4	5	6	7
1	Лекция №1	Методика расчета параметров и выбор элементов и узлов преобразовательной техники	2	6	4	1,2,3
2	Лекция №1	Методика расчета параметров и выбор элементов и узлов преобразовательной техники	2			1,2,3
3	Лекция №2	Принципы работы диодов и транзисторов. Основные характеристики.	2			1,2,3,4
4	Лекция №2	Основные характеристики тиристоров. Схемы включения тиристоров	2			1,2,3,4
5.	Лекция №3	Расчет неуправляемого трехфазного мостового выпрямителя	2			1,2,3,4,5
6.	Лекция №3	Расчет управляемого трехфазного мостового выпрямителя.	2			1,2,3,4,5
7	Лекция №4	Расчет понижающего импульсного преобразователя постоянного напряжения	2			6

8	Лекция №4	Расчет повышающего импульсного преобразователя постоянного напряжения.	2			3,4,5
9	Лекция №5	Методика расчета элементов силовой части автономных инверторов	2			1,2,3
10	Лекция №5	Анализ электромагнитных процессов автономных инверторов	2			1,2,3
11.	Лекция №6.	Регулировочные и внешние характеристики ведомого инвертора.	2			3,4,5,7
12	Лекция №6.	Регулировочные и внешние характеристики ведомого инвертора.	2			3,4,5,7
13	Лекция №7	Методика расчета элементов силовой части широтно-импульсных преобразователей	2	5	4	1,2,3,4
14.	Лекция №7	Анализ электромагнитных процессов широтно-импульсных преобразователей	2			1,2,3,4
15.	Лекция №8	Расчет параметров систем управления преобразователей	2			2,4,5

16	Лекция №8	Расчет параметров систем управления преобразователей	2			2,4,5
17	Лекция №9	Расчет термоэлектрического генератора	2			7
<b>Итого:</b>			<b>34</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	

### 4.3. Тематика для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины			Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
		Очно	Очно-заочно	Заочно		
1	2	3	4	5	6	7
1	Роль преобразовательной техники в автоматизации производственных процессов и других отраслях техники	2	3	5	1,2,3,4	Устный опрос
2	Транзисторы. Назначение и классификация транзисторов.	2	6	11	1,2,3,4,5	Устный опрос
3	Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при различных видах нагрузки.	2	6	11	1,2,3,4	Устный опрос
4	Преобразователи переменного напряжения.	5	6	11	2,3,5,6,7	Устный опрос
5	Преобразователи частоты.	2	6	11	1,2,3,4,6	Устный опрос
6	Регулировочные и внешние характеристики ведомого инвертора.	2	3	5	1,2,3,4,5	Устный опрос
7	Силовые транзисторные ППН с непосредственной связью: понижающий, повышающий, инвертирующий.	2	5	9	2,3,5,6,7	Устный опрос
8	Цифровые и микропроцессорные системы управления.	2	5	9	1,2,4,5,6,7	Устный опрос
9	Солнечные термоэлектрические генераторы.	2	6	9	7	Устный опрос
<b>Итого:</b>		<b>21</b>	<b>46</b>	<b>81</b>		

## 5. Образовательные технологии

5.1. При чтении лекционного материала используются современные технологии проведения занятий, основанные на использовании проектора, обеспечивающего наглядное представление методического и лекционного материала. При составлении лекционного материала используется пакет прикладных программ презентаций MS PowerPoint. Использование данной технологии обеспечивает наглядность излагаемого материала, экономит время, затрачиваемое преподавателем на построение графиков, рисунков.

5.2. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки при реализации компетентностного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

На протяжении изучения всего курса уделяется особое внимание установлению межпредметных связей с дисциплинами «Преобразование возобновляемых видов энергии и установки на их основе», «Приемники и потребители электроэнергии в системах электроснабжения», «Управление качеством электроэнергии», «Проектирование систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии», «Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики».

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Оценочные средства для контроля входных знаний, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Полупроводниковое преобразование энергии» приведены в приложении А (Фонде оценочных средств) к данной рабочей программе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов приведено ниже в пункте 7 настоящей рабочей программы.

Зав. библиотекой


  
(подпись)

(ФИО)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины  
Полупроводниковое преобразование энергии  
Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

№ п/п	Виды занятий	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение, электронно-библиотечные и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
					6	7
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная</b>						
1	ЛК, ПЗ	Преобразователи энергии: учебное пособие.	Ветров В.И., Белоглазов А.В.	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019.-128 с.	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 99355.html.	
2	ЛК, ПЗ	Силовые полупроводниковые приборы: учебно-методическое пособие.	Решетников А.Н.	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018.-60 с.	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 91421.html.	
3	ЛК, ПЗ	Электроника. Полупроводниковые приборы: учебное пособие.	Шошин Е.Л.	Москва: Ай Пи АР Медиа, 2021.-238 с.	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 100742.html.	
<b>Дополнительная</b>						
4	ЛК, ПЗ	Полупроводниковая силовая электроника.	Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С.	Москва: Техносфера, 2013.-228 с.	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 31876.html.	
5	ЛК, ПЗ	Основы преобразования энергии в электротехнических системах: учебник.	Бирюков В.В.	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015.-351 с.	IPR BOOKS iprbookshop.ru/91 621.html.	
<b>Периодические издания</b>						
6	ЛК, ПЗ	Энергетика	журнал	2018	1	-
<b>Интернет- ресурсы</b>						
7	<a href="http://minenergo.gov.ru/aboutminen/energostrategy/">http://minenergo.gov.ru/aboutminen/energostrategy/</a> Использование ресурсов ЭБС «ibooks»( <a href="http://ibooks.ru/home.php">http://ibooks.ru/home.php</a> ) и ЭБС «Изд-во «Лань» ( <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> )					



## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Полупроводниковое преобразование энергии»**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Полупроводниковое преобразование энергии» включает:

- библиотечный фонд (учебная, учебно-методическая, справочная литература, научная и деловая периодика);
  - компьютеризированные рабочие места для обучаемых с доступом в сеть Интернет;
  - аудитории, оборудованные проекционной техникой.
- учебная аудитория №438 (УЛК1, ФМП) для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- Интерактивная доска АСТВboard95, компьютеры Intel Core i3, учебно-наглядные пособия. Для проведения практических занятий используются стенды в аудитории №350 факультета КТВТиЭ. Все персональные компьютеры подключены к сети университета и имеют выход в глобальную сеть Интернет.

### **Специальные условия инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ)**

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ОВЗ определены на основании:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ОВЗ понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания ДГТУ и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение ОПОП обучающихся с ОВЗ.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ОВЗ осуществляется ДГТУ с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ОВЗ может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - наличие альтернативной версии официального сайта ДГТУ в сети «Интернет» для слабовидящих;
  - весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
  - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию ДГТУ.

2) для лиц с ОВЗ по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ОВЗ, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ОВЗ адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины научно-педагогическим работникам рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ОВЗ в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ОВЗ устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и др.). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене

**9. Лист изменений и дополнений к рабочей программе**

Дополнения и изменения в рабочей программе на 20 22/2023 учебный год.

Внесение каких-либо изменений или дополнений на данный учебный год в рабочую программу нецелесообразно.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЮЭ  
от 9.09.22 года, протокол № 2.

Заведующий кафедрой ТЮЭ Исхаков М.А. Кураева  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

**Согласовано:**

Декан (директор) Фалл [Подпись] Р.К. Амуррашев  
(название кафедры) (подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)

Председатель МС факультета КТЗГ.Э [Подпись] Т.И. Исабеева  
(подпись, дата) (ФИО, уч. степень, уч. звание)