

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50  
Уникальный программный ключ:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70b59a1e7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет  
Кафедра

автоматизации и электротехнических систем  
электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Е.С. Смекалин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Силовая электроника  
(наименование дисциплины)

13.06.01 Электро- и теплотехника  
(код, наименование направления)

Силовая электроника  
(направленность)

Квалификация Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения очная, заочная

Алчевск, 2023

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

*Цель дисциплины.* Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих применять основные положения дисциплины «Силовая электроника» о принципах построения и работы современных полупроводниковых преобразователей электроэнергии, а также представлений о математических моделях таких преобразователей, которые необходимы в исследовательской и преподавательской деятельности в области силовой электроники и смежных наук.

*Задачи изучения дисциплины:*

- формирование навыков и умений в области основ промышленной электроники, микропроцессорных и преобразовательных устройств;
- изучение основных конструктивных особенностей и методов расчета электронных и полупроводниковых устройств;
- освоение ключевых подходов к исследованию режимов и характеристик устройств современной силовой электроники.

*Дисциплина направлена на формирование:*

- общепрофессиональной компетенции (ОПК-2),
- профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5) аспиранта.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Силовая электроника» относится к дисциплинам Блока Б1.В «Дисциплины. Вариативная часть» образовательной программы по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника», направленность – «Силовая электроника».

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

Основывается на базе дисциплин, изученных в результате освоения предшествующих программ бакалавриата, специалитета и магистратуры.

Является основой для прохождения педагогической практики, практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-исследовательской деятельности аспиранта, направленной на выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, для подготовки публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, а также направлена на формирование компетенций по способности использовать знания в различных сферах жизнедеятельности, способности к изучению и анализу исследовательской деятельности, способности к научно-методическому сопровождению исследовательской деятельности, способности к ведению преподавательской деятельности.

Дисциплина читается на 1 курсе во 2 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ООП ВО

Процесс изучения дисциплины «Силовая электроника » направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК-2	Владение культурой научного исследования, в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий
ПК-1	Способность и готовность к исследованию теории и практики использования электрических и электромагнитных процессов в силовых, полупроводниковых преобразователях и технических устройствах на их основе и проектированию силовых полупроводниковых преобразователей и технических устройств на их основе
ПК-3	Способность и готовность к совершенствованию теоретической и технической базы преобразовательных устройств, созданию новых систем автоматики, управления и защиты силовых полупроводниковых преобразователей, обладающих высокой энергетической эффективностью, технологичностью, безопасностью в эксплуатации, удовлетворяющих требованиям по защите окружающей среды
ПК-4	Способность создавать математические и компьютерные модели силовых полупроводниковых преобразователей и их узлов, алгоритмы и программы их исследования и расчета, обеспечивающих адекватное отражение в моделях физической сущности электромагнитных процессов и законов функционирования устройств силовой электроники
ПК-5	Способность проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых приборов, устройств, установок, комплексов, оборудования электро- и теплотехнического назначения, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ч.), практические (18 ч.) занятия и самостоятельная работа (72 ч.).

Самостоятельная работа аспиранта включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 – Распределение бюджета времени на самостоятельную работу аспиранта

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	-	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	36	36
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	16	16
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	4	4
Подготовка к зачету	8	8
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак.ч.	108
	з.е.	3

## **5 Содержание дисциплины**

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3, дисциплина разбита на 5 тем:

- тема 1 (Полупроводниковые приборы);
- тема 2 (Анализ электрических цепей с полупроводниковыми элементами);
- тема 3 (Электронные цепи);
- тема 4 (Преобразовательная техника);
- тема 5 (Системы управления преобразователями).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы обучения, представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Полупроводниковые приборы	Основные свойства чистых и примесных полупроводников. Электропроводность чистых и примесных полупроводников. Полупроводники с различным типом проводимости. Зонная диаграмма р–п-перехода. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) р–п-перехода, виды его пробоя. Полупроводниковый диод, особенности его ВАХ. Серия микросхем на биполярных и полевых транзисторах. Трансформаторы, дроссели, реакторы. Конструктивные особенности и принципы использования высокочастотных ферритовых электромагнитных элементов.	2	Динамические режимы работы силовых диодов, транзисторов	2	–	–
2	Анализ электрических цепей с полупроводниковыми элементами	Электрические цепи и сигналы. Элементы электрических цепей их параметры и характеристики. Электрическая схема и структурный граф цепи. Матрицы сечений и контуров, связь между ними. Коммутационные процессы в электрических цепях. Периодически изменяющиеся токи и напряжения, разложение сигнала на гармонические составляющие. Законы Кирхгофа, баланс мощностей. Гармонические и периодиче-	4	Динамические режимы работы силовых диодов, транзисторов	4	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		ские режимы в линейных цепях с источниками, потребителями и накопителями энергии. Расчетные схемы с комплексными параметрами элементов. Последовательный и параллельный LC-контуры, их резонансные и частотные характеристики. LC-фильтры, их характеристические параметры в полосах пропускания и демпфирования сигналов. Пассивные и активные RC-фильтры, их передаточные функции и частотные характеристики.					
3	Электронные цепи	Линейные усилители. Однокаскадные усилители на биполярных и полевых транзисторах. Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителей. Устойчивость усилителя с обратной связью. Активные фильтры на основе операционных усилителей и RC-цепей. Генераторы гармонических колебаний с колебаний с RC- и LC-цепями. Диодные ключи, ограничители и фиксаторы уровня напряжения. Импульсные схемы и стабилизаторы напряжения. Компараторы, одновибраторы, мультивибраторы и генераторы линей-	4	Тенденции развития силовых полупроводниковых приборов	4	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		но изменяющегося напряжения на основе дискретных компонентов, операционных усилителей и логических интегральных схем.					
4	Преобразовательная техника	Основные схемы одно- и трехфазных выпрямителей. Работа однофазных выпрямителей на активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузки, на нагрузку, содержащую противо-ЭДС и индуктивность. Режим прерывистого тока. Трехфазный мостовой выпрямитель. Реверсивный преобразователь переменного-постоянного тока. Перекрестная и встречно-параллельная схемы преобразователя. Совместное и раздельное управление преобразователем. Особенности работы преобразователя на индуктивную нагрузку и индуктивную нагрузку с противо-ЭДС. Импульсные преобразователи и регуляторы постоянного напряжения. Автономные инверторы и преобразователи на их основе. Одно- и трехфазные инверторы напряжения, особенности их работы на индуктивную нагрузку, роль отсекающих диодов.	4	Методы расчета энергетических показателей вентильных преобразователей	4	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Системы управления преобразователями	Обработка информации. Количественная оценка информации. Виды сигналов. Характеристика аналоговых сигналов – спектры и функции распределения. Передача информации модулированными сигналами с гармоническим и импульсным носителями. Кодирование цифровых сигналов, виды цифровых кодов. Понятие о системах счисления, обратном и дополнительном кодах. Способы цифро-аналогового и аналогоцифрового преобразований. Дешифраторы, мультиплексоры, арифметические логические устройства – принцип их действия и особенности использования.	4	Компьютерные программы математического моделирования и анализа устройств силовой электроники	4	–	–
Всего аудиторных часов			18		18	–	

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Полупроводниковые приборы	Основные свойства чистых и примесных полупроводников. Электропроводность чистых и примесных полупроводников. Полупроводники с различным типом проводимости. Зонная диаграмма р–п-перехода. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) р–п-перехода, виды его пробоя. Полупроводниковый диод, особенности его ВАХ. Серия микросхем на биполярных и полевых транзисторах. Трансформаторы, дроссели, реакторы. Конструктивные особенности и принципы использования высокочастотных ферритовых электромагнитных элементов.	2	Динамические режимы работы силовых диодов, транзисторов	2	–	–
2	Преобразовательная техника	Основные схемы одно- и трехфазных выпрямителей. Работа однофазных выпрямителей на активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузки, на нагрузку, содержащую противо-ЭДС и индуктивность. Режим прерывистого тока. Трехфазный мостовой выпрямитель. Реверсивный преобразователь переменного-постоянного тока. Перекрестная и встречно-		–	–	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		параллельная схемы преобразователя. Совместное и раздельное управление преобразователем. Особенности работы преобразователя на индуктивную нагрузку и индуктивную нагрузку с противо-ЭДС. Импульсные преобразователи и регуляторы постоянного напряжения. Автономные инверторы и преобразователи на их основе. Одно- и трехфазные инверторы напряжения, особенности их работы на индуктивную нагрузку, роль отсекающих диодов.					
Всего аудиторных часов			2		2	–	

## 5 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» ([https://www.dstu.education/images/structure/license\\_certificate/polog\\_kred\\_modul.pdf](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Всего по текущей работе аспирант может набрать 100 баллов, в том числе:

- за выполнение практического задания согласно таблице 2 рабочей программы (по выбору аспиранта) – всего 40 баллов;
- за выполнение домашнего задания – всего 60 баллов.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-5	экзамен	комплект контролирующих материалов для экзамена

Экзамен проставляется автоматически, если аспирант набрал в течении курса не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

*Экзамен по дисциплине «Теоретическая и прикладная электротехника»* проводится по результатам работы за курс. В случае, если полученная сумма баллов не устраивает аспиранта, во время промежуточной аттестации аспирант имеет право повысить итоговую оценку в форме сдачи экзамена.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

## 6.2 Домашнее задание

В соответствии с вариантом задания из таблицы 7 выписать исходные данные для расчета и анализа энергоэффективности преобразователя при изменении режима протекания тока в накопительной индуктивности.

Таблица 7 – Варианты задания

№ п/п	Схема ИППН	Мощность нагрузки (кВт)	Напряжение ключа (В)	Коэффициент преобразования	Частота преобразования (кГц)	Пульсация (%)	
						$\Delta U_{ВХ}$	$\Delta U_{ВЫХ}$
1	ИППН-1	10	500	0.5	40	1	0.5
2	ИППН-2	15	700	1.5	50	2	1
3	ИППН-3	20	900	0.5	60	4	1.5
4	ИППН-1	25	500	0.6	20	8	2
5	ИППН-2	30	700	1.6	30	1	2.5

1. Рассчитать значения напряжений на входе и выходе преобразователя, а также напряжение прикладываемое к диоду в закрытом состоянии при известных значениях напряжений на транзисторе и коэффициенте преобразования.

2. Рассчитать средние значения токов накопительной индуктивности, транзистора и диода при известной мощности в нагрузке.

3. Рассчитать коэффициент заполнения, а также времена импульса и паузы которые необходимо сформировать с помощью системы управления.

4. Рассчитать значения накопительной индуктивности для граничного режима протекания тока а также значения входной и выходной сглаживающих емкостей для обеспечения требуемой пульсации.

5. В среде имитационного моделирования OrCad 9. 1 собрать модель разрабатываемого преобразователя, убедиться в правильности выполненных расчетов проанализировав электромагнитные процессы протекающие в преобразователе. Сохранить в отчет схему модели а также временные диаграммы:

- входного и выходного напряжений и токов;
- напряжения и тока накопительной индуктивности;
- напряжения, тока и мощности транзистора;
- напряжения, тока и мощности диода.

Рекомендации:

- временные диаграммы входного и выходного напряжений и токов представить на интервале всего времени моделирования равном (50. . 100)Т;
- временные диаграммы накопительной индуктивности, транзистора и диода представить на конечном интервале времени моделирования (2. . 3)Т;
- временные диаграммы мощности представить в логарифмическом

масштабе;

– дополнительно представить в логарифмическом масштабе временные диаграммы напряжения, тока и мощности транзистора.

Проанализировать и сохранить в отчет временные диаграммы мощности транзистора и диода для непрерывного граничного и прерывного режимов протекания токов накопительной индуктивности. Изменение режима протекания тока можно осуществить увеличивая и уменьшая значение накопительной индуктивности (например в 10 раз).

6. Добавьте в модель разрабатываемого преобразователя снабберную LDC цепь. Параметры снабберных элементов (индуктивности  $L_s$  и емкости  $C_s$ ) рассчитать для значения коэффициента снабберной цепи равной  $K_s=10$ . Проанализировать и сохранить в отчет временные диаграммы мощности транзистора и диода для непрерывного граничного и прерывного режимов протекания токов накопительной индуктивности.

### 6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

### 6.4 Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену

- 1) Какова структура силового диода?
- 2) Как описывается динамика переключения диодного вентиля?
- 3) Что такое однооперационный тиристор? Каковы его характеристики? Как происходит включение и выключение тиристора?
- 4) Что представляет собой двухоперационный тиристор? Какие существуют области безопасной работы?
- 5) Как выглядят базовые структуры мощных МДП-транзисторов?
- 6) Какова схема замещения МДП-транзистора?
- 7) Как происходят полевой и биполярный режимы переключения транзисторов со статической индукцией?
- 8) Что такое IGBT? Какова его эквивалентная схема замещения?
- 9) Какие режимы токовой перегрузки существуют для IGBT? Какие методы повышения устойчивости к перегрузкам применяются?
- 10) Каковы базовые структуры ключей с электростатическим управлением?
- 11) Что такое статический индукционный транзистор? Какова его схема замещения?
- 12) Что такое индукционный тиристор (СИТ с модулируемой проводимостью)? Каковы особенности переходного процесса выключения?
- 13) Какие варианты ФИУ существуют по типу потенциальной развязки?
- 14) Какими способами осуществляется питание ФИУ?
- 15) Какие варианты применения импульсного трансформатора суще-

ствуют в цепях управления?

16) Что такое ключ с эмиттерной коммутацией на основе импульсного трансформатора?

17) Как выглядят варианты трансформаторного ФИУ для мощного МДП-транзистора?

18) Что такое трансформаторный ФИУ с широким диапазоном скважности?

19) Как организовано последовательное и каскадное соединение импульсных трансформаторов?

20) Что такое оптронная развязка сигналов управления?

21) Какова схемотехника узлов согласования драйверов транзисторов?

22) Как выглядит выходной узел драйвера биполярного транзистора?

23) Как выглядит выходной узел драйвера с изолированным затвором?

24) Какова структурная схема драйвера запираемого тиристора?

25) Какие защиты от перегрузок по напряжению существуют?

26) Какие защиты от короткого замыкания применяются?

27) Какова защитная цепь для формирования траектории включения транзистора?

28) Что такое защитные RCD-цепи?

29) Что такое переключение при нулевом токе?

30) Что такое переключение при нулевом напряжении?

31) Как выглядят структуры со встраиваемыми силовыми управляющими драйверами?

32) Что такое импульсный преобразователь 1-го рода?

33) Что такое импульсный преобразователь 2-го рода?

34) Что такое обратногоходовой преобразователь?

35) Каковы принципы работы корректоров коэффициента мощности?

36) Какова структура однофазного инвертора напряжения?

37) Какова структура трехфазного инвертора напряжения?

38) Как выглядит структурная схема преобразователя для регулируемого электропривода?

39) Какие функциональные блоки системы управления существуют в ведомых сетью преобразователях?

40) Какие функциональные блоки управления имеют автономные инверторы напряжения?

41) Какие функциональные блоки управления преобразователями постоянного напряжения существуют?

42) Как влияет «мертвое время» на выходное напряжение?

43) Как влияет силовая часть преобразователя на работу системы управления?

44) Что такое классическая ШИМ в однофазных инверторах напряжения?

45) Что такое классическая ШИМ в трехфазных инверторах напряжения?

46) Как оцениваются показатели качества выходного напряжения и

- тока, специфические для ШИМ? Каковы коэффициенты гармоник?
- 47) Как зависит коэффициент гармоник от коэффициента модуляции?
  - 48) Что такое многозонная ШИМ в многоуровневых инверторах?
  - 49) Что такое ШИМ по трапецеидальному закону? Как оценивается качество выходного напряжения?
  - 50) Что такое ШИМ с предмодуляцией третьей гармоники?
  - 51) Что такое ШИМ с пассивной фазой?
  - 52) Что такое векторная ШИМ?
  - 53) Что такое активный сетевой фильтр на базе инвертора напряжения?
  - 54) Каковы условия генерации в сеть емкостной и индуктивной реактивной мощности?
  - 55) Как компенсируется мощность искажения? Какова граничная частота и ее зависимость от индуктивности дросселя и частоты коммутации?
  - 56) Что такое сетевые активные и гибридные фильтры на базе инверторов тока? Каковы их особенности и область применения?
  - 57) Какова структура системы ШИМ управления корректором коэффициента мощности?
  - 58) Что такое ШИМ управление матричными преобразователями?
  - 59) Что такое аналого-цифровое преобразование сигнала?
  - 60) Что такое критерий Найквиста? Как формулируется теорема Котельникова?
  - 61) Как восстанавливается непрерывный сигнал по его цифровым отсчетам?
  - 62) Что такое дискретное преобразование Фурье?
  - 63) Что такое быстрое преобразование Фурье с прореживанием по времени?
  - 64) Что такое быстрое преобразование Фурье с прореживанием по частоте?
  - 65) Что такое обратное дискретное преобразование Фурье?
  - 66) Что такое нерекурсивные цифровые фильтры?
  - 67) Что такое КИХ-фильтры с линейной ФЧХ?
  - 68) Что такое рекурсивные цифровые фильтры?
  - 69) Как обеспечивается устойчивость БИХ-фильтров?
  - 70) Что такое адаптивные фильтры?

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### Основная литература

1. Негадаев, В. А. Силовая электроника : учеб. пособие / В. А. Негадаев; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. — Кемерово, 2020. — 125 с. — URL: <https://obuchalka.org/20211019137602/silovaya-elektronika-negadaev-v-a-2020.html> (дата обращения: 31.08.2023).

2. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink: учебное пособие / В.Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212921> (дата обращения: 31.08.2023).

3. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; под редакцией Ю. К. Розанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9440-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489539> (дата обращения 31.08.2023 г.)

#### Дополнительная литература

1. Харасов, Х.К. Энергосберегающая энергетическая электроника: учебное пособие / Х.К. Харасов, В.П. Мартынов – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 49 с. URL: [https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000564839&dtype=F&etype=.pdf](https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000564839&dtype=F&etype=.pdf) (дата обращения: 30.08.2024).

2. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника: учебник для студ. энерг. и электротехн. спец. вузов / Ю.С. Забродин. М.: Высшая шк., 1982. – 496 с.

3. Попков, О.З. Основы преобразовательной техники : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнология" / О.З. Попков. 3-е изд., стер. М.: МЭИ, 2010. – 200 с.

4. Розанов, Ю.К. Основы силовой преобразовательной техники: учебник для техникумов / Ю.К. Розанов. М.: Энергия, 1979. – 392 с.

5. Руденко, В.С. Основы преобразовательной техники: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Промышленная электроника" / В.С. Руденко, В.И. Сенько, И.М. Чиженко. 2-е изд., перераб.и доп. М.: Высшая шк.,1980. – 424 с.

## 7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education). — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red). — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГТ ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение

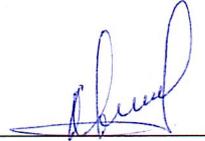
Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Специальные помещения:  <i>Лаборатории преобразовательной и микропроцессорной техники</i>            ПТК AMD AthlonX2 255 (1 шт.);            ПТК AMD AthlonX2 250 (1 шт.);            ПТК Celeron420 (1 шт.);            ПТК AMD Athlon 64×2 Dual Core5200+ (1 шт.);            ПТК AMD Sempron140 2.71 (1шт.);            стенд лабораторный для исследования автономных инверторов тока, автономных инверторов напряжения, импульсных источников питания, схем на полупроводниковых ключах (6 шт.);            демонстрационные платы DM183021 (2 шт.);            DM-00020 (1 шт.);            адаптер AC002013, AC300020, AC300021 (3 шт.);            отладочный комплект Anadigm Designer (1 шт.);            отладочная плата Altera de2 (1шт.);            генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112 (1 шт.);            источник питания универсальный (2 шт.);            вольтметр универсальный В7-16а (4 шт.);            мост универсальный измерительный Е7-4 (1 шт.);            микротренажер МТ1804 (5 шт.);            регистратор электронный (1 шт.).            лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя.</p>	<p>ауд. <u>203</u> корп. <u>3</u></p>

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Разработал

доцент кафедры ЭР

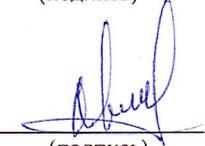
(должность)



(подпись)

А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой  
электроники и радиофизики

(подпись)

А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры  
электроники и радиофизики от 31.08 2023 г.

Согласовано

Заведующий аспирантурой



(подпись)

М.А. Филатов

(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра



(подпись)

О.А. Коваленко

(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	