

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:
03474917c4d012283e5ad996a183a70168b057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
 производственных процессов
Кафедра _____
 электроники и радиофизики



УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по учебной работе

_____ Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая и прикладная электротехника

(наименование дисциплины)

2.4.1 Теоретическая и прикладная электротехника

(шифры научных специальностей, наименование научных специальностей)

Квалификация _____

Форма обучения _____ очная

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Целью освоения дисциплины является формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих применять основные положения дисциплины «Теоретическая и прикладная электротехника» 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.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина «Теоретическая и прикладная электротехника» относится к дисциплинам (модулям), в том числе направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена Блока 2 «Образовательный компонент» образовательной программы, направленна на повышение компетенций обучающихся по всем специальностям подготовки научных и научно-педагогических кадров в ФГБОУ ВО «ДонГТУ».

Дисциплина реализуется кафедрой электроники и радиофизики.

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

Является основой для изучения следующих дисциплин: Педагогическая практика, производственная практика (научно-исследовательская работа), Научная деятельность аспиранта, направленная на выполнение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, Подготовка 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 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	108
з.е.	3	3

4 Содержание дисциплины

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 представлены в таблица 2.

Таблица 2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов

№ 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 p–n-перехода. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) p–n-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 заня- тий	Трудоемкость в ак.ч.
		но изменяющегося напряжения на основе дискретных компонентов, операционных усилителей и логических интегральных схем.					
4	Преобразова- тельная 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 заня- тий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Системы управле- ния преобразовате- лями	Обработка информации. Количе- ственная оценка информации. Ви- ды сигналов. Характеристика ана- логовых сигналов – спектры и функции распределения. Передача информации модулированными сигналами с гармоническим и им- пульсным носителями. Кодирова- ние цифровых сигналов, виды цифровых кодов. Понятие о си- стемах счисления, обратном и до- полнительном кодах. Способы цифро-аналогового и аналогоциф- рового преобразований. Дешифра- торы, мультиплексоры, арифмети- ческие логические устройства – принцип их действия и особенно- сти использования.	4	Компьютерные программы мате- матического мо- делирования и анализа устройств силовой электро- ники	4	–	–
Всего аудиторных часов			18	18		–	

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

5.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://dontu.ru/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.

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 3.

Таблица 3 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
1-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

5.2 Домашнее задание

В соответствии с вариантом задания из таблицы 4 выписать исходные данные для расчета и анализа энергоэффективности преобразователя при изменении режима протекания тока в накопительной индуктивности.

Таблица 4 – Варианты задания

№ п/п	Схема ИППН	Мощность нагрузки (кВт)	Напряжение ключа (В)	Коэффициент преобразования	Частота пре- образования (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 мощно-

сти 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.

5.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

5.4 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 существуют 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?

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 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: 30.08.2024).
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: 30.08.2024).
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 30.08.2024 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 (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.

6.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: 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. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.
6. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://www.fgosvo.ru/>
7. Сайт Национального фонда профессиональных квалификаций (НФПК) <http://univer.ntf.ru/p82aa1.html>
8. Сайт Проекта 5/100 <https://5top100.ru/>
9. Сайт опорных университетов <http://опорныйуниверситет.рф/>
10. Сайты ведущих университетов РФ

7 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 4.

Таблица 4 – Материально-техническое обеспечение

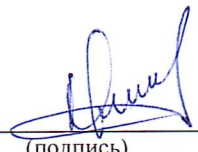
Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Лаборатории преобразовательной и микропроцессорной техники</i> ПТК AMD AthlonX2 255 (1 шт.); ПТК AMD AthlonX2 250 (1 шт.); ПТК Celeron420 (1 шт.); ПТК AMD Athlon 64×2 Dual Core5200+ (1 шт.); 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.	ауд. <u>203</u> корп. <u>3</u>

Лист согласования рабочей программы дисциплины

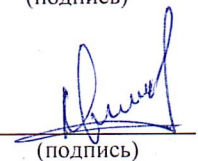
Разработал

доцент кафедры ЭР

(должность)


(подпись)А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

И.о. зав. кафедрой
электроники и радиопизики
(подпись)А.М. Афанасьев

(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электроники и радиопизики от 30.08 2024 г.

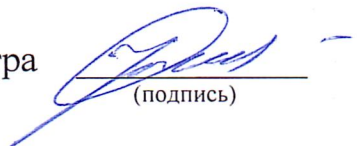
Согласовано

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	