

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


Ю.В. Машин

«31» 08 2021г.

Регистрационный № УД-130302/Б.О.22/р

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки Электрооборудование автомобилей и электромобили

Квалификация (степень) бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	3
Семестр	5
Лекции, часы	34
Лабораторные занятия, часы	50
Экзамен, семестр	5
Контактная работа по учебным занятиям, часы	84
Самостоятельная работа, часы	60
Всего часов / зачетных единиц	144 / 4

Кафедра-разработчик программы: «Электропривод и АПУ»


Составитель: В. Н. Шарков, старший преподаватель

Могилев, 2021

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» № 144 от 28.02.2018 г., утвержденным 30.08.2021 г., протокол №1.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и АПУ»
«30» августа 2021 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой «Электропривод и АПУ»




Г.С. Ленеvский

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
Белорусско-Российского университета

«30» августа 2021 г., протокол № 1.

Зам. председателя
Научно-методического совета



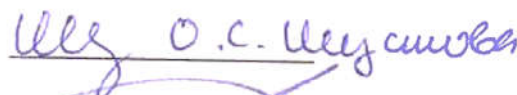
С.А. Сухоцкий

Рецензент:

Яровой Александр Васильевич, директор УЧПП «Инвестпрограмма» УЧПП

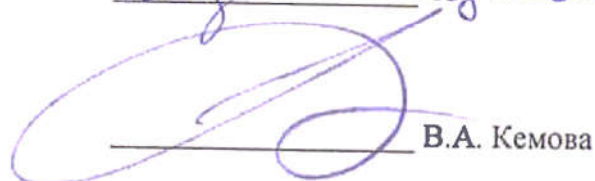
Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



О.С. Шушова

Начальник учебно-методического
отдела



В.А. Кемова

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов прочной теоретической базы по характеристикам и принципу действия силовых электронных приборов, классификации, принципам действия и основным электромагнитным процессам в полупроводниковых преобразователях энергии, основным областям применения устройств силовой электроники.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

Задачами учебной дисциплины являются решение теоретических и практических задач, связанных с проектированием, испытаниями и эксплуатацией устройств силовой электроники.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- принцип действия и особенности применения силовых полупроводниковых приборов;
- классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники;
- особенности их конструкции;
- основные уравнения процессов, схемы замещения и характеристики;
- принцип действия и алгоритмы управления в электронных преобразователях электрической энергии.

уметь:

- использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытанию и эксплуатации устройств силовой электроники;
- решать простейшие задачи моделирования силовых электронных устройств;
- выполнять элементарные расчеты при проектировании и испытании силовых электронных преобразователей.

владеть:

- знаниями о характеристиках силовых электронных приборов;
- основными алгоритмами управления, применяемыми в силовых электронных устройствах;
- классификацией полупроводниковых преобразователей электрической энергии и описанием основных электромагнитных процессов;
- методиками проведения расчетов по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники;
- методиками проведения элементарных испытаний электронных преобразователей энергии.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Силовая электроника» относится к: Блок 1, Дисциплины (модули), (обязательная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- «Электрические и электронные аппараты».

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- «Электрооборудование автомобилей и электромобилей».

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении эксплуатационной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессии

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номера тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Введение в силовую электронику	Основные определения. Классификация силовых электронных устройств	ОПК-4, ОПК-6
2	Управление силовыми ключами	Основные виды силовых ключей. Схемы управления (драйверы). Область безопасной работы. Защита силовых электронных ключей формированием траекторий переключения.	ОПК-4, ОПК-6
3	Эксплуатационные характеристики элементов силовой электроники	Особенности работы трансформаторов и реакторов на повышенных частотах. Потери мощности и способы их снижения. Охлаждение силовых электронных приборов.	ОПК-4, ОПК-6
4	Преобразователи постоянного тока	Основные схемы выпрямления. Принципы действия, расчетные соотношения для элементов силовой техники. Коммутация и режимы работы выпрямителей, характеристики.	ОПК-4, ОПК-6
5	Энергетические показатели силовых преобразователей	КПД и коэффициент мощности. Работа на емкостную нагрузку и противо - ЭДС. Входные и выходные фильтры.	ОПК-4, ОПК-6
6	Преобразователи переменного тока	Резонансные инверторы. Автономные инверторы и преобразователи частоты. Структурные схемы управления.	ОПК-4, ОПК-6
7	Импульсные преобразователи постоянного тока	Базовые структуры импульсных преобразователей – регуляторов постоянного тока.	ОПК-4, ОПК-6
8	Области применения силовой электроники	Коммутационные аппараты. Электропривод постоянного и переменного токов. Светотехника. Электротехнология. Агрегаты бесперебойного питания. Вторичные источники электропитания.	ОПК-4, ОПК-6

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	1. Введение в силовую электронику	2	Вводное занятие	2	1	ЗЛР	4
2	2. Управление силовыми ключами		№ 1. Исследование тепловых режимов работы элементов силовой электроники	4	1	ЗЛР	4
3	2. Управление силовыми ключами	2	№ 1. Исследование тепловых режимов работы элементов силовой электроники	2	1	ЗЛР	4
4	3. Эксплуатационные характеристики элементов силовой электроники	2	№ 1. Исследование тепловых режимов работы элементов силовой электроники	4	1	ЗЛР	4
5	3. Эксплуатационные характеристики элементов силовой электроники	2	№ 2. Исследование режимов работы и определение параметров управляемого выпрямителя	2	1	ЗЛР	4
6	4. Преобразователи постоянного тока	2	№ 2. Исследование режимов работы и определение параметров управляемого выпрямителя	4	1	ЗЛР	5
7	4. Преобразователи постоянного тока	2	№ 3. Исследование режимов работы и определение параметров ТРН	2	1	ЗЛР	5
8	5. Энергетические показатели силовых преобразователей	2	№ 3. Исследование режимов работы и определение параметров ТРН	4	1	ПКУ	30
Модуль 2							
9	5. Энергетические показатели силовых преобразователей	2	№ 4. Исследование параметрического стабилизатора напряжения	2	1	ЗЛР	3
10	6. Преобразователи переменного тока	2	№ 4. Исследование параметрического стабилизатора напряжения	4	1	ЗЛР	3
11	6. Преобразователи переменного тока	2	№ 5. Исследование компенсационных стабилизаторов напряжения	2	2	ЗЛР	4
12	7. Импульсные преобразователи постоянного тока	2	№ 6. Исследование импульсного двухтактного источника питания	4	2	ЗЛР	4
13	7. Импульсные преобразователи постоянного тока	2	№ 6. Исследование импульсного двухтактного источника питания	2	2	ЗЛР	4
14	8. Области применения силовой электроники	2	№ 7. Исследование режимов работы и определение параметров ШИП	4	2	ЗЛР	4
15	8. Области применения силовой электроники	2	№ 7. Исследование режимов работы и определение параметров ШИП	2	2	ЗЛР	4
16	8. Области применения силовой электроники	2	№ 8. Исследование режимов работы и определение параметров ПЧ	4	2	ЗЛР	4
17	8. Области применения силовой электроники	2	№ 8. Исследование режимов работы и определение параметров ПЧ	2	2	ПКУ	30
18-20					36	ПА (экзамен)	40
	Итого	34		50	60		100

Принятые обозначения:
 ЗЛР – защита лабораторной работы;
 ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;
 ПА – промежуточная аттестация.

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Темы: 1..8		34
2	Традиционные		Л.р. №1, Л.р. №4, Л.р. №5, Л.р. №6, Л.р. №7	32
3	С использованием ЭВМ		Л.р. №2, Л.р. №3, Л.р. №8	18
	ИТОГО	34	50	84

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Билеты к экзамену	1
6	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин			
<i>ИД-4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств</i>			
1	Пороговый уровень	Уметь демонстрировать принцип действия электронных устройств	Умеет демонстрировать принцип действия электронных устройств
2	Продвинутый уровень	Способность демонстрировать принцип действия электронных устройств	Владеет способностью демонстрировать принцип действия электронных устройств
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать принцип действия электронных устройств	Уверенно владеет способностью демонстрировать принцип действия электронных устройств
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессии			
<i>ИД-1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин</i>			
1	Пороговый уровень	Уметь выбирать средства измерения, проводить измерения	Умеет выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин

		электрических и неэлектрических величин	
2	Продвинутый уровень	Способность выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин	Владеет способностью выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать выбор средств измерения, проведение измерения электрических и неэлектрических величин	Уверенно владеет способностью оценивать выбора средств измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	
Умеет демонстрировать принцип действия электронных устройств	Вопросы для защиты лабораторных работ
Владеет способностью демонстрировать принцип действия электронных устройств	Вопросы для защиты лабораторных работ
Уверенно владеет способностью демонстрировать принцип действия электронных устройств	Вопросы для защиты лабораторных работ
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессии	
Умеет выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин	Вопросы для защиты лабораторных работ
Умеет выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин	Вопросы для защиты лабораторных работ
Уверенно владеет способностью оценивать выбора средств измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин	Вопросы для защиты лабораторных работ

5.3 Критерии оценки лабораторных работ

К защите лабораторной работы допускается студент, имеющий отчет в соответствии с требованиями методическим указаниям.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

– пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по лабораторной работе изучаемой дисциплины;

– продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по лабораторной работе изучаемой дисциплины;

– высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изучаемой дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по лабораторной работе изучаемой дисциплины и формулировать выводы по полученным результатам.

Лабораторные работы оцениваются по балльной системе в соответствии с данными, представленными в таблице. Оценка отчетов по лабораторным работам включает соблюдение методических указаний, правильность выполнения задания, обоснованность и логичность построения выводов, правильность ответов на контрольные вопросы по теме лабораторных работ.

Критерии оценки	Баллы
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при защите представлен исчерпывающий ответ на контрольный вопрос	5
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при ответе на контрольный вопрос студент допускает 1–2 несущественные ошибки	4
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при ответе на контрольный вопрос студент даёт неполный ответ	3
Лабораторная работа выполнена, но оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите дан правильный ответ на контрольный вопрос либо допущены 1–2 несущественные ошибки	2
Лабораторная работа частично выполнена, оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите частично представлен ответ на контрольный вопрос	1
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при защите представлен исчерпывающий ответ на контрольный вопрос	4
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при ответе на контрольный вопрос студент допускает 1–2 несущественные ошибки	3
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при ответе на контрольный вопрос студент даёт неполный ответ или лабораторная работа выполнена, но оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите дан правильный ответ на контрольный вопрос	2
Лабораторная работа частично выполнена, оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите частично представлен ответ на контрольный вопрос	1
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при защите представлен исчерпывающий ответ на контрольный вопрос	3
Лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при ответе на контрольный вопрос студент допускает 1–2 ошибки или даёт неполный ответ	2
Лабораторная работа частично выполнена, оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите частично представлен ответ на контрольный вопрос	1

5.4 Критерии оценки экзамена

При проведении экзамена во внимание принимается текущая работа студента в течение семестра. Для допуска к экзамену студент должен набрать минимум 36 баллов, максимум 60 баллов. Соответственно интервал оценки полноты и качества ответов на вопросы составляет 15–40 баллов.

Для конкретной оценки знаний студента следует руководствоваться следующими критериями:

- пороговый уровень: Студент владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности применяемых методов при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;
- продвинутый уровень: Студент хорошо владеет терминологией по изученной дисциплине. Понимает назначение и возможности и умеет применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине;
- высокий уровень: Студент глубоко владеет терминологией по изученной дисциплине. Умеет грамотно и корректно применять соответствующие методы при решении задач, при ответах на вопросы по изученной дисциплине и формулировать выводы по полученным результатам.

При проведении экзамена студент должен ответить на два основных вопроса и два дополнительных.

Критерии оценки ответов

Наименование	Баллы
Высокий уровень ответа на основной вопрос	15
Продвинутый уровень ответа на основной вопрос	10
Пороговый уровень ответа на основной вопрос	5
Высокий уровень ответа на дополнительный вопрос	5
Продвинутый уровень ответа на дополнительный вопрос	3
Пороговый уровень ответа на дополнительный вопрос	1

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений.

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- решение индивидуальных задач во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя;
- подготовка устных выступлений по заданной тематике;
- доклады на конференциях.
- выполнение тестовых заданий;
- конспектирование;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение.

Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Контроль самостоятельной работы студентов.

Контроль самостоятельной работы является мотивирующим фактором образовательной деятельности студента.

Контроль выполнения самостоятельной работы, отчет по самостоятельной работе должны быть индивидуальными.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента могут являться:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление отчетов по лабораторным работам в соответствии с предъявляемыми в университете требованиями;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины «Силовая электроника».

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров /URL
1	Онищенко, Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие / Г. Б. Онищенко, О. М. Соснин. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 122 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: https://znanium.com/	Рекомендовано в качестве учебного пособия для бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям 13.03.02 и 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»	https://znanium.com/catalog/product/1044516

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров /URL
1	Попков О. З. Основы преобразовательной техники: Учеб. пособие для вузов / О. З. Попков. – 3-е изд., стер. – М.: МЭИ, 2012. – 200с.	Доп. УМО ВУЗов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»	5

7.3 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в учебном процессе техническим средствам

7.3.1 Методические рекомендации

1. Шарков В.Н. Силовая электроника. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения. – Могилев, ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», 2018 г. – 32 с.

7.3.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе

Matlab (Пакет прикладных программ для решения задач численного анализа, лицензионное ПО).

Multisim (Пакет прикладных программ для моделирования электронных схем, лицензионное ПО).

7.4 Перечень ресурсов сети Интернет

- 1 Сайт Центра научно-технической информации - <http://www.uralweb.ru>
- 2 Сайт Инноватика. Электронный журнал – <http://innovatika.esrae.ru>
- 3 Сайт Наука и инновации – научный журнал - <http://www.innosfera.org>
- 4 Сайт Izobretatel.by.Международный научно-технический журнал – <http://izobretatel.by>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте «Совместной учебно-научной компьютерной лаборатории», рег. номер № ПУЛ-4.503-207/2-20.


ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

по учебной дисциплине «Силовая электроника»
направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
направленности (профилю) Электрооборудование автомобилей и электромобили
на 2023–2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения			Основание
1.	Внести изменения в пункт 7.2. Дополнительная литература			Пополнение библиотеч- ного фонда
№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров / URL	
2.	Иванов, А. В. Силовая электроника. Выпрямители : учебное пособие / А. В. Иванов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 156 с. – Режим доступа: https://znanium.com/	—	https://znanium.com/catalog/product/1902474	
3	Семенов, Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения / Б. Ю. Семенов. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. – 416 с. – (Компоненты и технологии). – Режим доступа: https://znanium.com/	—	https://znanium.com/catalog/product/1227729	
4.	Родыгин, А. В. Устройства силовой электроники: учебное пособие / А. В. Родыгин. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. – 76 с. – Режим доступа: https://znanium.com/	Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия	https://znanium.com/catalog/product/1868899	
2.	Изложить пункт 7.3.1 Методические рекомендации в следующей редакции: 1. Шарков, В. Н. Силовая электроника. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы обучения. – Могилев : Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2023. – 29 с.			Сводный план изданий на 2023 год, протокол № 4 от 25.11.2022

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» (протокол №6 от 14 февраля 2023 г.)


Заведующий кафедрой
кандидат технических наук, доцент


А. С. Коваль

УТВЕРЖДАЮ

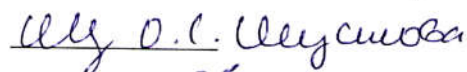
Декан электротехнического факультета
кандидат технических наук, доцент

_____ 2023


_____ С. В. Болотов

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела


_____ О. Е. Печковская

31 05 2023