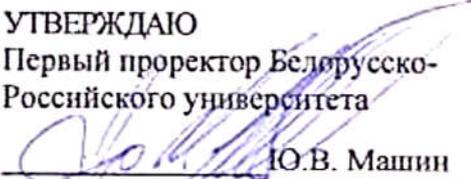


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор Белорусско-
Российского университета


Ю.В. Машин
«22» 12 2023 г.

Регистрационный № УД-150306/Б.1.В.15.1.р

СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Профиль подготовки Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

Квалификация бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	22
Лабораторные занятия, часы	22
Зачет, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	44
Самостоятельная работа, часы	64
Всего часов / зачетных единиц	108 / 3

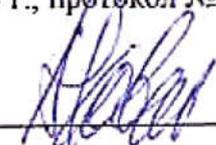
Кафедра-разработчик программы: «Электропривод и АПУ»

Составитель: В. Н. Шарков, старший преподаватель

Могилев, 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», профиль подготовки: «Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение» (уровень бакалавриат), утвержденным приказом № 1046 от 17.08.2020 г., учебным планом рег. №150306-2, утвержденным 28.04.2023 г., протокол № 11

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Электропривод и АПУ» 2 октября 2023 г., протокол № 2

Зав. кафедрой  Коваль А.С.

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

20. 12. 2023 г., протокол № 3.

Зам. председателя
Научно-методического совета

 С. А. Сухоцкий

Рецензент:

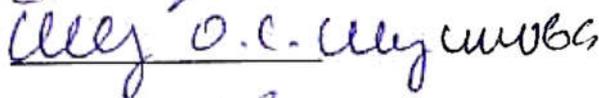
Александр Васильевич Яровой, директор УЧПП «Инвестпрограмма»

Рабочая программа согласована:

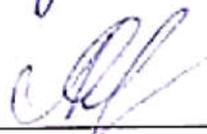
Зав. кафедрой «Технология машиностроения»

 В.М. Шеменков

Ведущий библиотекарь

 О.С. Музиков

Начальник учебно-методического
отдела

 О. Е. Печковская

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 гибких производственных систем» относится к: Блок 1 «Дисциплины (модули)», Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины.

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

- «Электротехника и электроника».

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях, будут применены при прохождении преддипломной практики, а также при подго-

товке 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
ПК-3	Способен проектировать и конструировать изделий детской и образовательной робототехники

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

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

	образователи постоянного тока	телей – регуляторов постоянного тока.	
8	Области применения силовой электроники	Коммутационные аппараты. Электропривод постоянного и переменного токов. Светотехника. Электротехнология. Агрегаты бесперебойного питания. Вторичные источники электропитания.	ПК-3

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	4	ЗЛР	2
2	2. Управление силовыми ключами	2	№ 1. Исследование тепловых режимов работы элементов силовой электроники	2	6	ЗЛР	7
3	3. Эксплуатационные характеристики элементов силовой электроники	2	№ 1. Исследование тепловых режимов работы элементов силовой электроники	2	6	ЗЛР	7
4	4. Преобразователи постоянного тока	2	№ 2. Исследование режимов работы и определение параметров управляемого выпрямителя	2	6	ЗЛР	7
5	4. Преобразователи постоянного тока	2	№ 2. Исследование режимов работы и определение параметров управляемого выпрямителя	2	6	ЗЛР	7
6	5. Энергетические показатели силовых преобразователей	2	№ 3. Исследование параметрического стабилизатора напряжения	2	6	ПКУ	30
Модуль 2							
7	6. Преобразователи переменного тока	2	№ 3. Исследование параметрического стабилизатора напряжения	2	6	ЗЛР	7
8	6. Преобразователи переменного тока	2	№ 4. Исследование компенсационных стабилизаторов напряжения	2	6	ЗЛР	8
9	7. Импульсные преобразователи постоянного тока	2	№ 4. Исследование компенсационных стабилизаторов напряжения	2	6	ЗЛР	7
10	7. Импульсные преобразователи постоянного тока	2	№ 5. Исследование импульсного двухтактного источника питания	2	6	ЗЛР	8

11	8. Области применения силовой электроники	2	№ 6. Исследование режимов работы и определение параметров ШИП	2	6	ПКУ ПА (зачет)	30 40
	Итого	22		22	64		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	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	Л.р. №1, Л.р. №2, Л.р. №5, Л.р. №6,	36
2	С использованием ЭВМ		Л.р. №3, Л.р. №4	8
	ИТОГО	22	22	44

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 зачету	1
2	Перечень вопросов для защиты лабораторных работ	1
3	Билеты к зачету	1
4	Тестовые задания	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
ПК-3. Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники			
ИПК-3.1. Способен разрабатывать электрические схемы и выполнять расчеты электрических цепей аналоговых и цифровых электронных узлов робототехнических систем			
1	Пороговый уровень	Уметь проводить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств в соответствии с техническим заданием	Умеет проводить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств
2	Продвинутый уровень	Способность проводить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств в соответствии с техническим заданием	Владеет способностью проводить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и оценивать методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств в соответствии с техническим заданием	Уверенно владеет способностью проводить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств
ИПК-3.2. Способен выбирать элементную базу и проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем			
1	Пороговый уровень	Уметь выбирать элементную базу, проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	Умеет выбирать элементную базу, проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Способность выбирать элементную базу, проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем электрических и электронных мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	Владеет способностью выбирать элементную базу, проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем
3	Высокий уровень	Самостоятельно выбирать элементную базу, проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем электрических и электронных мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	Уверенно владеет способностью выбирать элементную базу, проводить построение и расчет монтажных и принципиальных схем электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем
ИПК-3.4. Способен разрабатывать макеты информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.			
1	Пороговый	Уметь участвовать в макетировании	Умеет участвовать в макетиро-

	уровень	опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	вании опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
2	Продвинутый уровень	Способность участвовать в макетировании опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Владеет способностью участвовать в макетировании опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей
3	Высокий уровень	Глубоко понимать и участвовать в макетировании опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Уверенно владеет способностью участвовать в макетировании опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
ПК-3 – Способен проектировать и конструировать изделия детской и образовательной робототехники	
Готовность в участии в качестве исполнителя в разработке новых узлов силовой электроники в изделиях детской и образовательной робототехники	Вопросы для защиты лабораторных работ
Способен участвовать в качестве исполнителя в разработке новых узлов силовой электроники в изделиях детской и образовательной робототехники	Вопросы для защиты лабораторных работ
Уверенно участвовать в качестве исполнителя в разработке новых узлов силовой электроники в изделиях детской и образовательной робототехники	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.

Критерии оценки лабораторных работ:

- 7-8 баллов (высокий уровень): лабораторная работа выполнена и оформлена в соответствии с методическими указаниями, при защите представлен исчерпывающий ответ на контрольный вопрос;

- 4-6 баллов (продвинутый уровень): лабораторная работа выполнена, но оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите представлен ответ на контрольный вопрос;

- 2-3 балла (пороговый уровень): лабораторная работа частично выполнена, оформлена не в соответствии с методическими указаниями, при защите частично представлен ответ на контрольный вопрос

5.4 Критерии оценки зачета

Для допуска к зачету 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 зачета студент должен ответить на два основных вопроса и дополнительные, при необходимости.

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

5.5 Критерии оценки тестовых заданий

Баллы	Показатели	Критерии
5	1. Полнота выполнения тестовых заданий;	Выполнено 100 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос
4	2. Своевременность выполнения;	Выполнено 80 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.
3	3. Правильность ответов на вопросы;	Выполнено 60 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками.
0-2	4. Самостоятельность при тестировании.	Выполнено 20 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).

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 ГПС».

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, 2023. – 122 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. – 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/1904693

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, 2010. - 200с.	Доп. УМО ВУЗов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов вузов, обуч. по специальности «Электротехника, электромеханика и электротехнологии»	5
2	Сьянов, С. Ю. Силовая и преобразовательная техника : учебное пособие / С. Ю. Сьянов, Н. Ю. Лакалина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 108 с. - ISBN 978-5-9729-1290-2. – Режим доступа: https://znanium.com/	—	https://znanium.com/catalog/product/2099093
3	Семенов, Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения / Б. Ю. Семенов. – Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. – 416 с. – Режим доступа: https://znanium.com/	—	https://znanium.com/catalog/product/1227729

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

Шарков, В. Н. Силовая электроника гибких производственных систем. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направления подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника дневной формы обучения» (электронный вариант).

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 «314/2», рег. № ПУЛ-4.205-314/2-23.