

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «31» мая 2024 г. № 425-1

**Б1.В.ДВ.03.01 Микропроцессорное управление силовой  
электроникой**

**рабочая программа дисциплины**

Специальность/направление подготовки – 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Специализация/профиль – Мехатроника и робототехника на транспорте

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Автоматизация производственных процессов

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 15

(очная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 2 семестр

**Очная форма обучения**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	2	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*</b>	51/15	51/15
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	17/7	17/7
– лабораторные	17/8	17/8
<b>Самостоятельная работа</b>	57	57
<b>Итого</b>	108/15	108/15

\* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00920FD815CE68F8C4CA795540563D259C с 07.02.2024 05:46 по 02.05.2025 05:46 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.08.2020 № 1023.

Программу составил(и):

д.т.н., профессор, профессор, С.П. Круглов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Автоматизация производственных процессов», протокол от «21» мая 2024 г. № 12

Зав. кафедрой, д. т. н., профессор

А.В. Лившиц

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели дисциплины</b>	
1	формирование комплекса знаний умений и владений в области микропроцессорного управления силовой электроникой существующих и перспективных мехатронных и робототехнических систем на транспорте
2	обеспечение системой знаний о состоянии и перспективах развития силовой электроники и методах ее микропроцессорного управления в нашей стране и за рубежом
<b>1.2 Задачи дисциплины</b>	
1	изучение особенностей построения, характеристик приборов силовой электроники в мехатронных устройствах
2	изучение основных схем преобразования электрической энергии на силовых полупроводниковых приборах
3	изучение особенностей построения, характеристик и использования драйверов управления силовыми полупроводниковыми приборами, построение алгоритмов управления микроконтроллерами

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины</b>	
1	Б1.О.08 Информационно-измерительные системы
2	Б1.О.13 Мехатронные и робототехнические системы на транспорте
3	Б1.В.ДВ.04.01 Интерфейсы мехатронных систем
4	ФТД.01 Системы автоматизированного проектирования и производства
5	ФТД.02 Защита интеллектуальной собственности
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
1	Б1.О.11 Системы технического зрения
2	Б1.В.ДВ.01.01 Адаптивные системы управления в мехатронике
3	Б1.В.ДВ.02.01 Теория эксперимента в исследованиях систем
4	Б1.В.ДВ.05.01 Трансфер мехатронных технологий
5	Б1.В.ДВ.06.01 Методы искусственного интеллекта в мехатронике и робототехнике
6	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
7	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
8	Б2.О.03(П) Производственная - проектная практика
9	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
10	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
11	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

<b>3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>		
<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники	ПК-1.2 Определяет сферы применения и управляет результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области мехатроники и робототехники	Знать: основные типы силовых полупроводниковых приборов, их характеристики; основные схемы использования силовых полупроводниковых приборов; основные области применения силовых полупроводниковых приборов
		Уметь: оценивать варианты использования приборов силовой электроники; оценивать характеристики и особенности использования типовых схемных решений с приборами силовой электроники; обосновывать необходимость того или иного схемного решения для конкретной задачи
		Владеть: навыками определения характеристик типовых схемных решений с применением приборов силовой электроники; навыками определения характеристик преобразователей энергии, построенных на основе силовой полупроводниковой электроники
ПК-2 Способен разрабатывать проекты мехатронных и	ПК-2.1 Разрабатывает проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем	Знать: особенности построения схем силовой электроники; методы построения преобразователей электрической энергии: вторичных источников напряжения и тока, на основе силовых

робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации	управления технологическими и производственными процессами и осуществляет техническое руководство процессами их разработки	полупроводниковых приборов, инверторов и преобразователей частоты, регуляторов и драйверов электропривода; методы определения основных характеристик схем с силовой электроникой
		Уметь: оценивать характеристики схем силовой электроники; использовать методы построения типовых схем преобразователей и драйверов силовых полупроводниковых приборов; использовать методы моделирования схем силовой электроники; использовать полученные знания для технического руководства по обоснованию применяемых силовых полупроводниковых приборов
		Владеть: навыками по обоснованию и использованию драйверов силовых полупроводниковых приборов; методами исследования характеристик схем силовой электроники; методами анализа схем силовой электроники мехатронных систем

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
	Лек		Пр	Лаб	СР		
1.0	Раздел 1. Основные типы силовых полупроводниковых приборов.						
1.1	Тема 1. Роль силовой электроники в современных мехатронных системах. Исследование устройств силовой электроники с помощью программных сред (Л, ПЗ)	2	1	2		2	ПК-1.2
1.2	Тема 2. Биполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л)	2	1			2	ПК-1.2 ПК-2.1
1.3	Тема 3. Униполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л, ПЗ)	2	1	1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
1.4	Тема 4. Интегрированные силовые полупроводниковые приборы (Л, ПЗ)	2	1	1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
1.5	Тема 5. Особенности моделирования приборов силовой электроники в пакетах SimPowerSystem, SimScape программной среды Matlab (ПЗ, ЛР)	2		1/1	2/1	3	ПК-1.2 ПК-2.1
2.0	Раздел 2. Схемы преобразователей электрической энергии.						
2.1	Тема 6. Основные виды преобразователей электрической энергии, построенных на приборах силовой электроники (Л, ПЗ)	2	1	1		2	ПК-1.2 ПК-2.1
2.2	Тема 7. Выпрямители и регулируемые преобразователи напряжения (Л, ПЗ)	2	1	1/1		2	ПК-1.2 ПК-2.1
2.3	Тема 8. Инверторы, ведомые сетью. Непосредственные преобразователи частоты (Л, ПЗ)	2	1	1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
2.4	Тема 9. Автономные инверторы напряжения и тока (Л, ПЗ)	2	1	1/1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
2.5	Тема 10. Особенности реализации ШИМ. Методы управления H-моста (Л, ПЗ)	2	1	1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
2.6	Тема 11. Моделирование и исследование конвертора напряжения, реверсивного широтно-импульсного модулятора напряжения, однофазного инвертора тока (ЛР)	2		1	8/4	6	ПК-1.2 ПК-2.1
3.0	Раздел 3. Драйверы силовых полупроводниковых приборов их микропроцессорное управление.						
3.1	Тема 12. Широтно-импульсное регулирование в силовой преобразовательной электронике (Л, ПЗ)	2	2	1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
3.2	Тема 13. Особенности работы силовых полевых транзисторов в ключевом режиме, их характеристики (Л, ПЗ)	2	2	1/1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
3.3	Тема 14. Основные варианты реализации управления силовыми МОП-транзисторами (Л, ПЗ)	2	1	1		3	ПК-1.2 ПК-2.1

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ							
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Семестр	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции
			Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР	
3.4	Тема 15. Принципы построения драйверов силовых ключей нижнего и верхнего уровня (Л, ПЗ)	2	1	1/1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
3.5	Тема 16. Особенности построения однокристальных драйверов силовых ключей (Л, ПЗ)	2	1	1/1		3	ПК-1.2 ПК-2.1
3.6	Тема 17. Микропроцессорная реализация систем управления (Л, ПЗ)	2	1	1/1		4	ПК-1.2 ПК-2.1
3.7	Тема 18. Исследование работы драйвера силового ключа нижнего уровня и верхнего уровня (ЛР)	2			7/3	6	ПК-1.2 ПК-2.1
	Форма промежуточной аттестации – зачет	2					ПК-1.2 ПК-2.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	17/7	17/8	57	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ		
6.1 Учебная литература		
6.1.1 Основная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Бурков А. Т. Электронная преобразовательная техника : учебник для вузов железнодорожного транспорта : в 2-х ч. / А. Т. Бурков. Москва : УМЦ ЖДТ, 2015. - 307с.	85
6.1.1.2	Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде MATLAB-SIMULINK : учебник / С. Г. Герман-Галкин. СПб. : Лань, 2013. - 448с.	10
6.1.1.3	Кулинич, Ю. М. Электронная преобразовательная техника : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Ю. М. Кулинич. — М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2015. — 204 с. — Текст : непосредственный.	160
6.1.1.4	Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; под редакцией Ю. К. Розанова. — Москва : Юрайт, 2024. — 206 с. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/536504">https://urait.ru/bcode/536504</a> (дата обращения: 22.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Антюхин, В. М. Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / В. М. Антюхин [и др.] ; ред.: Ю. М. Иньков, Ф. И. Ковалев. М. : УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2011. - 470с.	39
6.1.2.2	Бурков, А. Т. Электронная техника и преобразователи : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. Т. Бурков. М. : Транспорт, 2001. - 464с.	10
6.1.2.3	Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методический комплекс / С. Г. Герман-Галкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/213260">https://e.lanbook.com/book/213260</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.2.4	Салита, Е. Ю. Силовая электроника : учебное пособие / Е. Ю. Салита. — Омск : ОмГУПС, 2019. — 156 с. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/129209">https://e.lanbook.com/book/129209</a> (дата обращения: 15.04.2024). — Текст : электронный.	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Круглов, С.П. Методические указания по изучению дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 Микропроцессорное управление силовой электроникой по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, профиль Мехатроника и робототехника на транспорте / С.П. Круглов; ИрГУПС. – Иркутск: ИрГУПС, 2023. – 16 с. - Текст: электронный. - URL: <a href="https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_49294_1508_2024_1_signed.pdf">https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_49294_1508_2024_1_signed.pdf</a>	Онлайн
<b>6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>		
6.2.1	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	
6.2.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>	
6.2.3	Национальная электронная библиотека «НЭБ» — <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	
6.2.4	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — <a href="https://umczdt.ru/books/">https://umczdt.ru/books/</a>	
6.2.5	Электронно-библиотечная система «BOOK.ru», <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>	
6.2.6	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	
6.2.7	Электронно-библиотечная система «Образовательная платформа ЮРАЙТ», <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	
6.2.8	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>	
<b>6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы</b>		
<b>6.3.1 Базовое программное обеспечение</b>		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение <a href="http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/">http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/</a>	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/">https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/</a>	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
<b>6.3.2 Специализированное программное обеспечение</b>		
6.3.2.1	MathCAD student 15.0 Academic License, Customer Number 434692, контракт от 03.12.2012 № 0334100010012000148-0000756-01	
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2010a, R2010b, лицензия от 16.03.2011 № 689810, ГК № 0334100010011000032-00000756-01	
6.3.2.3	Simulink Classroom R2010a, R2010b, лицензия № 689810 сетевая, государственный контракт от 06.07.2011 №334100010011000114-0000756-01	
<b>6.3.3 Информационные справочные системы</b>		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
<b>6.4 Правовые и нормативные документы</b>		
6.4.1	Не предусмотрены	

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Лаборатория Д-410 «Микропроцессорная техника» для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор (переносной), экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)
3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

## 8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Лабораторная работа	<p>Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существующих теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.</p> <p>Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экспериментальная проверка формул, методик расчета;</li> <li>- проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов;</li> <li>- ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.;</li> <li>- наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения;</li> <li>- имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах;</li> <li>- наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест);</li> <li>- установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.;</li> <li>- ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.;</li> <li>- установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов;</li> <li>- расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.);</li> <li>- наблюдение развития явлений, процессов и др.</li> </ul> <p>Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций.</p> <p>По характеру выполняемых лабораторных работ возможны:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы;</li> <li>- аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов;</li> <li>- творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач.</li> </ul> <p>Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Микропроцессорное управление силовой электроникой» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	



## **Приложение № 1 к рабочей программе**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации**

## 1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

## 2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

### Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Микропроцессорное управление силовой электроникой» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области мехатроники и робототехники

ПК-2. Способен разрабатывать проекты мехатронных и робототехнических систем, автоматизированных систем управления технологическими, производственными процессами, а также осуществлять техническое руководство процессами их разработки и реализации

#### Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
<b>2 семестр</b>				
<b>1.0</b>	<b>Раздел 1. Основные типы силовых полупроводниковых приборов</b>			
1.1	Текущий контроль	Тема 1. Роль силовой электроники в современных мехатронных системах. Исследование устройств силовой электроники с помощью программных сред (Л, ПЗ)	ПК-1.2	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Тема 2. Биполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно)
1.3	Текущий контроль	Тема 3. Униполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
1.4	Текущий контроль	Тема 4. Интегрированные силовые полупроводниковые приборы (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
1.5	Текущий контроль	Тема 5. Особенности моделирования приборов силовой электроники в пакетах SimPowerSystem, SimScape программной среды Matlab (ПЗ, ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>2.0</b>	<b>Раздел 2. Схемы преобразователей электрической энергии</b>			
2.1	Текущий контроль	Тема 6. Основные виды преобразователей электрической энергии, построенных на приборах силовой электроники (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Тема 7. Выпрямители и регулируемые преобразователи напряжения (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Тема 8. Инверторы, ведомые сетью. Непосредственные преобразователи частоты (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Тема 9. Автономные инверторы напряжения и тока (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
2.5	Текущий контроль	Тема 10. Особенности реализации ШИМ. Методы управления H-моста (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Тема 11. Моделирование и исследование конвертора	ПК-1.2 ПК-2.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**:

		напряжения, реверсивного широтно-импульсного модулятора напряжения, однофазного инвертора тока (ЛР)		Лабораторная работа (письменно/устно)
<b>3.0</b>	<b>Раздел 3. Драйверы силовых полупроводниковых приборов их микропроцессорное управление</b>			
3.1	Текущий контроль	Тема 12. Широтно-импульсное регулирование в силовой преобразовательной электронике (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Тема 13. Особенности работы силовых полевых транзисторов в ключевом режиме, их характеристики (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.3	Текущий контроль	Тема 14. Основные варианты реализации управления силовыми МОП-транзисторами (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.4	Текущий контроль	Тема 15. Принципы построения драйверов силовых ключей нижнего и верхнего уровня (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.5	Текущий контроль	Тема 16. Особенности построения однокристалльных драйверов силовых ключей (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.6	Текущий контроль	Тема 17. Микропроцессорная реализация систем управления (Л, ПЗ)	ПК-1.2 ПК-2.1	Конспект (письменно) Собеседование (устно)
3.7	Текущий контроль	Тема 18. Исследование работы драйвера силового ключа нижнего уровня и верхнего уровня (ЛР)	ПК-1.2 ПК-2.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Лабораторная работа (письменно/устно)
	Промежуточная аттестация	Зачет	ПК-1.2 ПК-2.1	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

\*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

\*\*ПП – практическая подготовка

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций.**

#### **Описание шкал оценивания**

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

### Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины
2	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы конспектов
3	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

### Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

### Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими	Базовый

	неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

### Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

#### Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

#### Конспект

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

«отлично»	«зачтено»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями
«удовлетворительно»		Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок.  Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно

### Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной

		целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки
--	--	---

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

#### **3.1 Типовые контрольные задания для проведения собеседования**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 1. Роль силовой электроники в современных мехатронных системах. Исследование устройств силовой электроники с помощью программных сред (Л, ПЗ)»

1. Современная силовая электроника в мехатронных устройствах и системах.
2. Программные среды для моделирования и исследования схем силовой электроники, их функциональное назначение.
3. Особенности интерфейса программных сред для моделирования и исследования схем силовой электроники.

Образец типового варианта вопросов для проведения собеседования

«Тема 2. Биполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л, ПЗ)»

1. Традиционные дискретные биполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики: диоды, транзисторы, однооперационные тиристоры.
2. Основные характеристики силовых диодов и стабилитронов.
3. Основные характеристики биполярных транзисторов.
4. Особенности построения, разновидности, характеристики, сферы использования тириستоров

#### **3.2 Типовые контрольные задания для написания конспекта**

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для написания конспектов.

Образец тем конспектов

«Тема 3. Униполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л, ПЗ)»

1. Дискретные силовые полевые транзисторы и их характеристики: со встроенным затвором, с изолированным затвором.
2. Особенности построения современных интегральных силовых полупроводниковых приборов.
3. Полевой транзистор с изолированным затвором и встроенным каналом (ячейка), IGBT.
4. Диффузионный МДП транзистор (ячейка) с горизонтальным каналом, Д-МДП.
5. МДП транзистор (ячейка) с V-образным затвором и вертикальным каналом, V-МДП.
6. Транзистор (ячейка) со статической индукцией, SIT.

Образец тем конспектов

«Тема 4. Интегрированные силовые полупроводниковые приборы (Л, ПЗ)»

1. Индукционный тиристор (ячейка), SITh.
2. Тиристор (ячейка) с полевым управлением, МСТ.
3. Перспективы разработки силовых полупроводниковых приборов.



### 3.3 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 5. Особенности моделирования приборов силовой электроники в пакетах SimPowerSystem, SimScape программной среды Matlab (ПЗ, ЛР)»

1. Особенности моделирования электротехнических и электронных схем в пакете SPS?
2. Состав библиотек пакета SPS?
3. Особенности назначения параметров блоков «*RLC Branch*» и «*RLC Load*»?
4. Особенности измерения электрических сигналов с помощью блока «*Multimeter*» пакета SPS?
5. Укажите назначение блока «*Powergui*», как определить установившиеся значения электрических сигналов?
6. Состав библиотек пакета SimElectronics?
7. Особенности моделирования электронных схем в пакете SimElectronics?

Образец заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты

«Тема 11. Моделирование и исследование конвертора напряжения, реверсивного широтно-импульсного модулятора напряжения, однофазного инвертора тока (ЛР)»

1. Состав и особенности построения виртуальной установки?
2. Принцип работы понижающего импульсного регулятора напряжения (конвертора напряжения)?
3. Какие блоки содержит регулятор?
4. Поясните принцип получения требуемых характеристик исследуемого устройства.
5. Объясните полученные характеристики и возможные методы их улучшения.
6. Принцип работы реверсивного широтно-импульсного модулятора напряжения?
7. Какие Вы знаете алгоритмы для управления широтно-импульсным реверсивным модулятором?
8. Поясните принцип работы используемого алгоритма управления.
9. Объясните полученные характеристики и возможные методы их улучшения.
10. Принцип работы однофазного инвертора тока?
11. В чем суть токового коридора?
12. Поясните принцип управления бесконтактным двигателем постоянного тока со стороны преобразователя?
13. Поясните принцип получения требуемых характеристик исследуемого устройства.
14. Объясните полученные характеристики и возможные методы их улучшения.

### 3.4 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых
----------------------------------	-------------------------------	-------------------	---------------------

			заданий, типы ТЗ
ПК-1.2	Тема 1. Роль силовой электроники в современных мехатронных системах. Исследование устройств силовой электроники с помощью программных сред (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 2. Биполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л)	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 3. Униполярные полупроводниковые силовые приборы и их характеристики (Л, ПЗ)	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 4. Интегрированные силовые полупроводниковые приборы (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 5. Особенности моделирования приборов силовой электроники в пакетах SimPowerSystem, SimScape программной среды Matlab (ПЗ, ЛР)	Знание	
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 6. Основные виды преобразователей электрической энергии, построенных на приборах силовой электроники (Л, ПЗ)	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 7. Выпрямители и регулируемые преобразователи напряжения (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 8. Инверторы, ведомые сетью. Непосредственные преобразователи частоты (Л, ПЗ)	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 9. Автономные инверторы напряжения и тока (Л, ПЗ)	Знание	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 10. Особенности реализации ШИМ. Методы управления H-моста (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 11. Моделирование и исследование конвертора напряжения, реверсивного широтно-импульсного модулятора напряжения, однофазного инвертора тока (ЛР)	Знание	
		Навык и (или) опыт деятельности/действие	3 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 12. Широтно-импульсное регулирование в силовой преобразовательной электронике (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 13. Особенности работы силовых полевых транзисторов в ключевом режиме, их характеристики (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 14. Основные варианты реализации управления силовыми МОП-транзисторами (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 15. Принципы построения драйверов силовых ключей нижнего и верхнего уровня (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 16. Особенности построения однокристалльных драйверов силовых ключей (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 17. Микропроцессорная реализация систем управления (Л, ПЗ)	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	1 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
ПК-1.2 ПК-2.1	Тема 18. Исследование работы драйвера силового ключа нижнего уровня и верхнего уровня (ЛР)	Навык и (или) опыт деятельности/действие	3 – ЗТЗ
		<b>Итого</b>	<b>81</b>

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

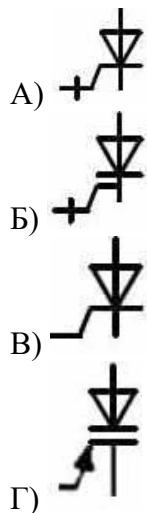
Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Что обозначают символы  $n^+$ ,  $p^+$  на схемах полупроводниковых приборов (выберите правильный ответ):

- А) увеличенный объем  $n$ - и  $p$ -областей проводимости \*
- Б) повышенная степень легирования (содержания примеси) в полупроводнике
- В) смену основных носителей полупроводника

2. Приведите 2-3 основных отличия биполярных силовых приборов и полевых (введите краткий ответ): «используются оба типа полупроводниковой проводимости, управляется током, отрицательный температурный коэффициент»

3. Привести в соответствие название силового полупроводникового прибора и его условное графическое обозначение



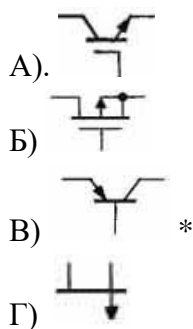
1) тиристор с полевым управлением (Б)

2) индукционный тиристор (Г)

3) двухоперационный (запираемый) тиристор (А)

4) однооперационный тиристор (В)

4. Какое из условных обозначений соответствует биполярному транзистору типа р-п-р? (выберите правильный ответ):



5. Какие из полупроводниковых приборов, перечисленных ниже, имеют интегральную электронику (выберите правильный ответ):

- А) ВЛТ
- Б) MOSFET
- В) IGBT \*

6. В каких из перечисленных силовых полупроводниковых приборах используется технология «Trench» (выберите правильный ответ):

- А) полевые транзисторы с изолированным затвором \*
- Б) биполярные транзисторы
- В) тиристоры

7. Назначение драйверов силовых полупроводниковых приборов (выберите правильный ответ):

- А) усиление управляющего сигнала от микроконтроллера по мощности, возможен сдвиг напряжения
- Б) защита от чрезмерных токов через силовой прибор
- В) защита от выхода питающего драйвер напряжения за заданные границы
- Г) все перечисленное \*

8. Определить максимальную частоту ШИМ, обеспечивающую линейность регулирования электропривода постоянного тока в пределах от 5 до 95% от полного диапазона

регулировки. Время выключения полевого транзистора, на котором построен Н-мост, 1мкс (выберите правильный ответ):

- А) 5 кГц
- Б) 50 кГц \*
- В) 75 кГц
- Г) ни одно из утверждений не истинно

9. Укажите правильную последовательность явлений при открытии полевого транзистора в ключевом режиме работы с активно-индуктивной нагрузкой (введите последовательность):

- А) выход на «плато Миллера» (2)
- Б) открытие транзистора по напряжению (3)
- В) заряд входной емкости транзистора (1)

10. Поставить соответствие между названиями полупроводниковых преобразователей энергии и их характеристиками: вх. – входные параметры, вых. – выходные параметры; const – постоянный, не равный нулю; var – изменяемый в зависимости от параметров преобразователя (поставить соответствие):

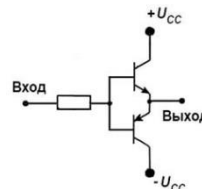
- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| А) Управляемый выпрямитель     | 1) $U_{вх} = \text{const}, f_{вх} = 0, U_{вых} = \text{var}, f_{вых} = 0$ (В)              |
| Б) Ведомый инвертор напряжения | 2) $U_{вх} = \text{const}, f_{вх} = \text{const}, U_{вых} = \text{var}, f_{вых} = 0$ (А)   |
| В) Конвертор напряжения        | 3) $U_{вх} = \text{const}, f_{вх} = 0, U_{вых} = \text{const}, f_{вых} = \text{const}$ (Б) |

11. В чем отличие ведомого сетью и автономного инвертора напряжения (введите краткий ответ) «частота выходного напряжения задается сетью»

12. Почему современные драйверы приводов используют широтно-импульсные преобразователи (ШИП) с работой силовых полупроводниковых приборов в ключевом режиме, а не линейный режим использования этих приборов (выберите правильный ответ)

- А) ШИП менее влияют на снижение коэффициента мощности в питающей цепи переменного тока
- Б) приводы с ШИП имеют более простую аппаратную реализацию
- В) ШИП дают выше КПД управления приводом \*

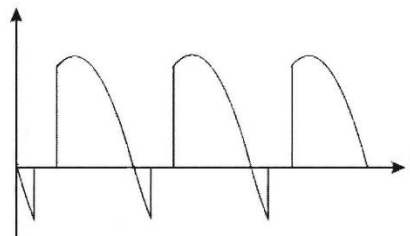
13. Почему в драйверах силовых полупроводниковых приборов чаще используется



показанный на схеме буферный выходной усилитель (выберите правильный ответ):

- А) минимальные затраты на управление
- Б) самоустранение сквозного тока \*
- В) минимальная стоимость, т.к. используются биполярные транзисторы

14. В управляемом выпрямителе, построенном на однооперационных тиристорах, снята

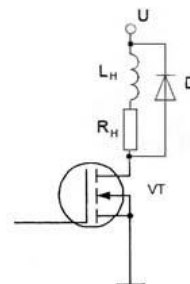


осциллограмма напряжения на нагрузке  
тип нагрузки (выберите правильный ответ):

. Определите

- А) чисто активная нагрузка
- Б) активно-емкостная нагрузка
- В) активно-индуктивная нагрузка \*

15. Задана схема ШИМ-управления нагрузкой с параметрами  $U = 12\text{В}$ ,  $R_H = 0.2\text{ Ом}$ ,  $L_H =$



$0.0075\text{ Гн}$ , сопротивление открытого канала транзистора  $1\text{ мОм}$ .

Определить максимальный ток, протекающий через транзистор (дайте ответ)

«59.7 А»

### 3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету (для оценки знаний)

1. Роль силовой электроники в современных мехатронных системах.
2. Основные типы силовых полупроводниковых приборов, их аппаратное исполнение, области использования.
3. Полевые транзисторы: условное графическое обозначение, принцип построения, физика процессов, основные характеристики, классификация типов, основные схемы соединений в электронных схемах.
4. Основные принципы построения силовых полупроводниковых приборов.
5. Биполярный транзистор с изолированным затвором: условное графическое обозначение, принцип построения, физика процессов, основные характеристики, основные схемы соединений в силовых электронных схемах.
6. Тиристор с полевым управлением: условное графическое обозначение, принцип построения, физика процессов, основные характеристики, основные схемы соединений в силовых электронных схемах.
7. Основные виды преобразователей электрической энергии: классификация преобразователей, их основные свойства и характеристики.
8. Выпрямители и регулируемые преобразователи напряжения: принципы построения, диаграммы напряжений и токов, режимы работы, основные характеристики и соотношения, области применения.
9. Инверторы, ведомые сетью: принципы построения, диаграммы напряжений и токов, режимы работы, основные характеристики и соотношения, области применения.
10. Автономные инверторы тока и напряжения: принципы построения, диаграммы напряжений и токов, режимы работы, основные характеристики и соотношения, области применения.

11. Типы импульсного управления в устройствах силовой электроники.
12. Способы реализации широтно-импульсного регулирования.
13. Одноплечный широтно-импульсный преобразователь: принцип построения, диаграммы токов и напряжений, основные характеристики.
14. Характеристики, влияющие на выбор частоты ШИМ, способы компенсации нелинейностей в ШИМ, расчет параметров.
15. Особенности управления силовыми ключами в «Н-мосте» с активно-индуктивной нагрузкой.
16. Режим включения МОП-транзистора в ключевом режиме при активно-индуктивной нагрузке.
17. Основные свойства переключения МОП-транзистора, общие параметры ключевых режимов.
18. Общие требования к параметрам драйвера силового ключа; основные характеристики драйверов силовых полупроводниковых ключей.
19. Принципы защиты от короткого замыкания ключа, от пониженного напряжения питания драйвера; от сквозных токов на силовых ключах; от пробоя затвора; защита от высоких скоростей изменения питающего напряжения силового ключа.
20. Принципы построения драйверов силовых ключей нижнего уровня.
21. Принципы построения драйверов силовых ключей верхнего уровня.
22. Классификация однокристалльных драйверов силовых полупроводниковых ключей.
23. Основные принципы построения и характеристики однокристалльных драйверов, типовые схемы включения.
24. Микропроцессорная реализация систем управления силовыми ключами: требования к управляющим микроконтроллерам, особенности алгоритмов управления силовыми полупроводниковыми ключами, способы компенсации нелинейностей.

### **3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету** (для оценки умений)

1. Как выбрать силовой полупроводниковый прибор для решения конкретной типовой задачи.
2. Как выбрать полупроводниковый прибор, его драйвер для реализации в «Н-мосте» с активно-индуктивной нагрузкой «верхний» и «нижний» ключи.
3. Перечислите типы интегрированных силовых полупроводниковых приборов, дать их краткую характеристику.
4. Обосновать тип защиты для реализации драйвера силовых МОП-транзисторов в полумостовой схеме.
5. Где нужно использовать «бутстрепную схему».
6. Для управления нагрузкой в цепи переменного тока какой силовой прибор нужно использовать: однооперационный тиристор или симистор?
7. Нарисовать условное графическое изображение nМОП.
8. Рассчитать частоту сигнала ШИМ для реализации нелинейности в управлении не более 5% с задержкой переключения силового полупроводникового прибора 0.01 мкс.
9. Нарисовать условное графическое изображение IGBT.
10. Перечислите области применения силовых униполярных от биполярных транзисторов.
11. Нарисовать условное графическое изображение JFET p-типа.
12. Нарисовать условное графическое изображение буферного выходного усилителя драйвера силового полупроводникового прибора.

### **3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету** (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

1. Используя пакет SimElectronics, смоделируйте однополупериодный управляемый выпрямитель с тиристором.

- Используя пакет SimElectronics, смоделируйте двухполупериодный управляемый выпрямитель с тиристором.
- Используя пакет SimElectronics, смоделируйте работу нижнего драйвера силового МОП-транзистора, работающего в ключевом режиме.
- Используя пакет SimElectronics, смоделируйте работу верхнего драйвера силового МОП-транзистора, работающего в ключевом режиме.
- Используя пакет SimElectronics, смоделируйте работу драйвера Н-моста, построенного на силовых МОП-транзисторах.
- Для заданного преподавателем МОП-транзистора, исходя из его характеристик рассчитать параметры драйвера.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Конспект	Защита конспектов, предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему конспектов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

#### Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).



**Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)**

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.