



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Директор по учебной работе
техн. наук, проф.

Н. В. Лобов
2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Преобразовательные устройства»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа бакалавриата:	академическая
Направление:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Профиль программы бакалавриата:	Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике
Квалификация выпускника:	бакалавр
Выпускающая кафедра:	микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	очная
Курс: 3	Семестр: 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 3Е
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч
Виды контроля:	
Экзамен:	5 семестр
Зачёт:	—
Курсовой проект:	5 семестр
Курсовая работа:	—

Пермь
2015

Рабочая программа дисциплины «Преобразовательные устройства» разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. номер приказа «200» по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата);

- компетентностной модели выпускника по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), профилю программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённой «28» мая 2015 г.;

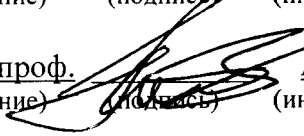
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), профилю программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённого «28» мая 2015 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: «Электротехника и электроника 1»; «Электротехника и электроника 2»; «Электротехника и электроника 3»; «Электрические и компьютерные измерения»; «Планирование научного эксперимента»; «Метрология, стандартизация и сертификация»; «Теория автоматического управления 1»; «Теория автоматического управления 2»; «Электрические машины»; «Электрический привод»; «Базы данных»; «Управление качеством»; «Информационное обеспечение систем управления»; «Интегрированные системы проектирования и управления», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчики:

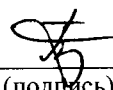
доц.  О.А. Билоус
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рецензент

канд. техн. наук, проф.  А.М. Костыгов
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «30» июня 2015 г., протокол №37.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину:

канд. техн. наук, доц.  А.Б. Петроченков
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «15» сентября 2015 г., протокол № 42.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц.  А.Л. Гольдштейн
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления образовательных
программ,

канд. техн. наук, доц.  Д.С. Репецкий
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины

Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по расчёту и проектированию современных преобразовательных устройств на основе силовых электронных полупроводниковых элементов, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электропривода.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующей компетенции:

– Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования (ПК-1).

1.2 Задачи учебной дисциплины

- изучение принципов работы систем построенных на базе силовых полупроводниковых приборов;
- формирование умений по расчету и выбора силовых приборов и преобразователей;
- формирование навыков использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям для проектирования, монтажа и наладки электропривода, вставок постоянного тока, систем питания;
- формирование навыков проведения испытаний силовых преобразователей, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты

- Классификация, назначение, основные схмотехнические решения устройств силовой электроники.
- Силовые полупроводниковые приборы физические явления в них и основы теории полупроводниковых приборов.
- Методы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников

Дисциплина «**Преобразовательные устройства**» относится к вариативной части дисциплин блока 1 и является дисциплиной по выбору при освоении ООП по направлению «Автоматизация технологических процессов и

производств», профиль «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

• знать:

- классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники.
- силовые полупроводниковые приборы и преобразователи, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;
- физические явления в полупроводниковых приборах и основы теории полупроводниковых приборов;
- принцип действия современных силовых полупроводниковых приборов, особенности их конструкции;
- методы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств;

• уметь:

- производить выбор полупроводниковых приборов электрического привода, систем оперативного тока электрических станций и подстанций, систем компенсации реактивной мощности на базе статических тиристорных компенсаторов и вставок постоянного тока;
- выполнять работы по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования;
- использовать на практике методы и критерии выбора силовых преобразователей для систем автоматизации технологических процессов и электроснабжения;

• владеть:

- навыками использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям при проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации различных силовых полупроводниковых приборов и преобразователей;
- навыками выполнения расчетов, проектирования и конструирования параметров силовых полупроводниковых преобразователей и приборов;
- навыками анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и преобразователей;
- навыками эксплуатации и проведения стандартных испытаний силовых полупроводниковых приборов и преобразователей.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
ПК-1	Способность выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств	Электротехника и электроника 1 Электротехника и электроника 2 Электротехника и электроника 3 Электрические и компьютерные измерения Планирование научного эксперимента Метрология, стандартизация и сертификация	Электрический привод Базы данных Теория автоматического управления 2 Управление качеством Информационное обеспечение систем управления Интегрированные системы проектирования и управления

2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК-1.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-11

Код	Формулировка компетенции
ПК-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-1-Б1.ДВ5	Способность собирать и анализировать схемы и параметры силовых полупроводниковых приборов и преобразователей, участвовать в работах по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями с использованием современных методов и средств проектирования

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; – силовые полупроводниковые приборы и преобразователи, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; – физические явления в полупроводниковых приборах и основы теории полупроводниковых приборов; – принцип действия современных силовых полупроводниковых приборов, особенности их конструкции; – методы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств.	Лекции. СРС.	Контрольные и тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – производить выбор полупроводниковых приборов электрического привода, систем оперативного тока электрических станций и подстанций, систем компенсации реактивной мощности на	Практические занятия. Лабораторные работы. СРС.	Типовое задание на выполнение лабораторных и практических работ. Типовое задание на курсовое

базе статических тиристорных компенсаторов и вставок постоянного тока; – выполнять работы по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования; – использовать на практике методы и критерии выбора силовых преобразователей для систем автоматизации технологических процессов и электроснабжения.		проектирование.
Владеет: – навыками использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям при проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации различных силовых полупроводниковых приборов и преобразователей; – навыками выполнения расчетов, проектирования и конструирования параметров силовых полупроводниковых преобразователей и приборов; – навыками анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и преобразователей; – навыками эксплуатации и проведения стандартных испытаний силовых полупроводниковых приборов и преобразователей.	Лабораторные работы. СРС.	Типовое задание на выполнение работ. Типовое задание на курсовое проектирование.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 5	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная работа	50	50
	-в том числе в интерактивной форме	16	16
	- лекции (Л)	14	14
	-в том числе в интерактивной форме	6	6
	- практические занятия (ПЗ)	8	8
	-в том числе в интерактивной форме	2	2
	- лабораторные работы (ЛР)	28	28
	-в том числе в интерактивной форме	8	8
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
	- изучение теоретического материала	32,5	32,5
	- расчётно-графические работы	–	–
	- курсовой проект	36	36
	- курсовая работа	–	–
	- реферат	–	–
	- подготовка отчетов по лабораторным работам	15	15
	- подготовка к практическим занятиям	6,5	6,5
	- индивидуальные задания	–	–
	- другие виды самостоятельной работы	–	–
4	Итоговая аттестация по дисциплине: экзамен	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	180	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)	5	5

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Общая структура содержания дисциплины представлена тематическим планом, который задаёт распределение трудоёмкости разделов и тем содержания по видам аудиторной и самостоятельной работы (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисциплины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	итого- вая аттес- тация	самосто- ятель- ная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	0,25	0,25						0,25
		1	2,25	0,25		2,0			2,0	4,25
		2	3,25	0,75	0,5	2,0			2,5	5,75
	2	3	6,25	0,75	0,5	5,0			5,5	11,75
		4	5,0	1,0		4,0			4,5	9,5
		5	2,75	0,75	0,5	1,5			2,5	5,25
		6	3,25	0,75	1,0	1,5			2,0	5,25
		7	2,5	0,5		2,0			3,0	5,5
							2,0		2,0	
	Всего по модулю:		25,5	5,0	2,5	18,0	2,0		22,0	49,5 / 1,4
2	3	8	0,75	0,25	0,5				2,5	3,25
		9	1,25	0,75	0,5				3,5	4,75
		10	1,25	0,75	0,5				3,5	4,75
	4	11	0,75	0,75					2,5	3,25
		12	0,25	0,25					2,5	2,75
							1,0			1,0
	Всего по модулю:		4,25	2,75	1,5		1,0		14,5	19,75 / 0,5
3	5	13	3,25	0,75	0,5	2,0			3,0	6,25
		14	3,25	0,75	0,5	2,0			2,0	5,25
	6	15	6,25	1,75	1,5	3,0			5,5	12,5
		16	6,25	1,75	1,5	3,0			5,5	12,5
	7	17	1,0	1,0					1,5	2,0
		Заключе ние	0,25	0,25						0,25
		Курсовой проект							36	36
							1,0			1,0
		Всего по модулю:		20,25	6,25	4,0	10,0	1,0		53,5
Итоговая аттестация: Экзамен								36,0		36,0 / 1,0
Итого:			50,0	14,0	8,0	28,0	4,0	36,0	90,0	180,0/ 5,0

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 . Элементная база устройств силовой электроники.

Выпрямители и зависимые инверторы.

Л – 5,0 часов, ПЗ – 2,5 часа, ЛР – 18 часов, СРС – 22 часа, КСР – 2 часов

Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи курса, краткий обзор исторического развития силовой электроники. Общие сведения о силовых преобразователях электропривода. Современные перспективные направления в развитии силовых преобразовательных устройств.

Раздел 1. Элементная база устройств силовой электроники.

Тема 1. Силовые полупроводниковые приборы (СПП).

Особенности и классификация СПП. Свойства и характеристики силовых вентилей (диодов, транзисторов, тиристоров).

Тема 2. Параметры СПП.

Системы параметров СПП. Предельные и характеризующие параметры. Статические и динамические параметры.

Раздел 2 Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы.

Тема 3. Выпрямители.

Структурная схема выпрямительного устройства. Допущения при рассмотрении рабочего процесса. Влияние вида нагрузки на процесс выпрямления. Общая характеристика схем выпрямителей. Неуправляемый выпрямитель и тиристорный преобразователь (ТП) при мгновенной коммутации. Угол управления. Величина ЭДС неуправляемого выпрямителя и ТП. Величина и характер изменения обратного напряжения на вентилеях. Токи вторичных и первичных обмоток питающего трансформатора. Регулировочная характеристика ТП.

Тема 4. Коммутация токов в фазах питающего трансформатора.

Допущения при рассмотрении рабочего процесса. Угол коммутации. Коммутационное снижение средней величины выпрямленного напряжения. Внешние характеристики тиристорных преобразователей.

Тема 5. Инверторный режим работы ТП.

Источник и приемник энергии постоянного тока. Инверторный режим работы ТП, перевод нереверсивного ТП из выпрямительного режима в инверторный. Особенности инверторного режима работы ТП.

Тема 6. Трехфазный мостовой ТП.

Особенности работы выпрямителя по мостовой схеме Ларионова. Полууправляемый выпрямитель по мостовой схеме, особенности работы. Эквивалентные многофазные схемы, принцип их построения

Тема 7. Энергетические характеристики тиристорного электропривода постоянного тока.

КПД тиристорного преобразователя. Коэффициент мощности тиристорного электропривода постоянного тока. Влияние работы тиристорного электропривода на питающую сеть. Способы улучшения коэффициента мощности тиристорных преобразователей.

Модуль 2 Системы управления преобразовательными устройствами.

Реверс вентильного АЭП постоянного тока

Л – 2,75 часа, ПЗ – 1,5 часа, СРС – 14,5 часов, КСР – 1 час

Раздел 3. Системы управления преобразовательными устройствами.

Тема 8. Требования к параметрам управляющих (включающих) импульсов.

Мощность управляющих импульсов. Причины и последствия асимметрии управляющих импульсов. Крутизна переднего фронта, форма и длительность включающих импульсов.

Тема 9. Системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Классификация и принципы построения

Основные функции системы управления ТП. Аналоговые, цифровые и микропроцессорные СУ.

Тема 10. Основные узлы многоканальной СИФУ.

Синхронизирующие устройства. Фазосдвигающее устройство (ФСУ). Входные устройства. Выходные устройства СИФУ ТП (формирователи импульсов).

Раздел 4. Способы реверса вентильного АЭП постоянного тока.

Тема 11. Бесконтактные реверсивные схемы с двухкомплектными ТП.

Реверс системы ТП-Д. Способы согласования работы вентильных групп в реверсивных ТП.

Тема 12. Системы с совместным и с отдельным управлением комплектами вентилей реверсивного ТП.

Одноканальные и двухканальные системы управления ТП. Безлюфтовое сопряжение механических и внешних характеристик Линейное (симметричное) согласование работы реверсивных групп. Системы, работающие в зависимости от знака сигнала рассогласования. Системы самонастройки (системы сканирующей логики).

Модуль 3 Основы электрического привода

Л – 6,25 часов, ПЗ – 4,0 часа, ЛР – 10 часов, СРС – 53,5 час, КСР – 1 час

Раздел 5 Преобразователи постоянного тока.

Тема 13. Виды преобразователей постоянного тока.

Регуляторы с непрерывным регулированием. Принцип импульсного регулирования напряжения и тока. Реализация импульсных элементов (ключей) на тиристорах.

Тема 14. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) для управления двигателями постоянного тока.

Временные диаграммы работы ШИП при симметричном, несимметричном и поочередном способах управления ШИП.

Раздел 6. Преобразователи переменного напряжения. Преобразователи частоты (ПЧ).

Тема 15. Схемы преобразователей переменного напряжения. Классификация преобразователей частоты.

Фазовое регулирование, импульсная модуляция на основной частоте (ИМ-ОЧ), на высокой частоте (ИМ-ВЧ), низкой частоте (ИМ-НЧ). Двухзвенные ПЧ с амплитудным регулированием напряжения и тока. Двухзвенные ПЧ с широтно-импульсным регулированием напряжения и тока.

Тема 16. ПЧ с непосредственной связью нагрузки с сетью.

Схема и диаграмма напряжения непосредственных преобразователей частоты.

Раздел 7. Аварийные режимы работы ТП.

Тема 17. Внешние и внутренние аварии ТП.

Средства и способы защиты от коротких замыканий. Средства и способы защиты от перенапряжений.

Заключение.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	2,3	Решение задач по разделу «Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы».
2	8,9,10	Решение задач по разделу «Системы управления преобразовательными устройствами».
3	13, 14	Решение задач по разделу «Преобразователи постоянного тока»
4	15, 16	Решение задач по разделу «Преобразователи переменного напряжения. Преобразователи частоты (ПЧ)».

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	1,2	Исследование работы силовых полупроводниковых приборов
2	2, 3	Исследование схем включения преобразователя и снятие графиков напряжения нагрузки
3	3, 6	Исследование работы управляемых выпрямителей
4	3, 4	Исследование работы выпрямителя при разных видах нагрузки
5	3, 7	Исследование рабочих процессов в управляемых выпрямителях работающем на двигательную нагрузку на примере однофазной мостовой, трехфазной нулевой и мостовой схемы
6	4, 7	Определение параметров и показателей, характеризующих работу трехфазного мостового управляемого выпрямителя
7	4	Исследование работы сглаживающих фильтров в цепи постоянного тока управляемого выпрямителя
8	5	Исследование работы ведомого инвертора
9	13	Исследование работы автономного однофазного параллельного инвертора тока
10	14	Исследование работы широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения
11	15, 16	Снятие регулировочной характеристики нереверсивного последовательного широтно-импульсного преобразователя постоянного напряжения
12	15, 16	Исследование работы на активно-индуктивную нагрузку трехфазно-однофазного преобразователя частоты выполненного по мостовой и нулевой схемам

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	1,0
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,0
2	Изучение теоретического материала	1,0
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,0
3	Изучение теоретического материала	3,0
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	2,0
4	Изучение теоретического материала	2,0
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	2,5
5	Изучение теоретического материала	1,0
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,0

1	2	3
6	Изучение теоретического материала	1,0
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	0,5
7	Изучение теоретического материала	1,0
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	2,0
8	Изучение теоретического материала	2,0
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
9	Изучение теоретического материала	2,5
	Подготовка к практическим занятиям	1,0
10	Изучение теоретического материала	2,5
	Подготовка к практическим занятиям	1,0
11	Изучение теоретического материала	2,5
12	Изучение теоретического материала	2,5
13	Изучение теоретического материала	1,5
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,0
14	Изучение теоретического материала	0,5
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,0
15	Изучение теоретического материала	3,5
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,5
16	Изучение теоретического материала	3,5
	Подготовка к практическим занятиям	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1,5
17	Изучение теоретического материала	1,5
	Курсовой проект	36,0
	Итого: в ч / в ЗЕ	90,0 / 2,5

4.5.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 2. Динамические параметры тиристорных.

Тема 3. Токи вторичных и первичных обмоток питающего трансформатора для мостовых схем выпрямления.

Тема 4. Диаграммы напряжения и тока тиристорных преобразователей в режиме прерывистых токов для активной нагрузки.

Тема 5. Диаграммы напряжения и тока тиристорных преобразователей в инверторном режиме.

Тема 6. Способы реализации фазового сдвига при построении эквивалентных многофазных схем.

Тема 7. Улучшение коэффициента мощности тиристорных преобразователей при использовании широтно-импульсной модуляции входного тока.

Тема 10. Интегральный принцип фазосмещения в фазосдвигающем устройстве.

Тема 11. Перекрестные и встречно-параллельные схемы реверсивных вентильных электроприводов.

Тема 12. Системы регулирования тока с перекрестными обратными связями.

Тема 13. Реализация импульсных элементов (ключей) на транзисторах.

Тема 14. Временные диаграммы работы ШИП при несимметричном и поочередном способах управления ШИП для режима реверса.

Тема 15. Схема и диаграммы тока и напряжения однофазного АИН на транзисторах. Управляемый источник напряжения.

Тема 17. Средства и способы защиты от коротких замыканий плавкими предохранителями.

4.5.2 Темы расчётно-графических работ по тематике практических занятий

Не предусмотрены.

4.5.3 Курсовой проект

Тема типового курсового проекта:

«Проектирование трехфазного тиристорного преобразователя (по вариантам)».

Цель проектирования: закрепление, обобщение и углубление полученных студентами теоретических знаний, формирование готовности работать над проектами электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов.

В процессе выполнения проекта студент получает навыки самостоятельного решения инженерно-технических задач, навыки работы с литературой, навыки проектирования систем, рационального выбора решений в условиях противоречивых требований к системе. Защита работы помогает выработке инженерной эрудиции.

Структура и содержание проекта

Техническое задание

Введение

Глава 1. Расчет и выбор элементов схемы тиристорного преобразователя.

- 1.1. Выбор схемы тиристорного преобразователя.
- 1.2. Расчет величины напряжения вентильных (вторичных) обмоток питающего трансформатора.
- 1.3. Выбор типоразмера питающего трансформатора.
- 1.4. Расчет и выбор тиристорov по току.
- 1.5. Выбор тиристорov по величине обратного напряжения.

Глава 2. Построение и моделирование уточненной схемы силовых элементов тиристорного преобразователя.

- 2.1. Построение схемы тиристорного преобразователя с учетом количества параллельно и последовательно включенных вентилей.
- 2.2. Моделирование схемы тиристорного преобразователя для получения графика внешней характеристики

Глава 3. Анализ внешней характеристики тиристорного преобразователя.

- 3.1. Определение падения напряжения, вызванного процессом коммутации.
- 3.2. Определение падения напряжения на активных сопротивлениях обмоток трансформатора.
- 3.3. Определение падения напряжения на вентиллях.
- 3.4. Анализ нелинейной части внешних характеристик тиристорного преобразователя (режим прерывистого тока).

Заключение

Приложение

Библиографический список

5 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электромеханических систем, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Управление и контроль освоения компетенций

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- опрос студентов на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

6.2 Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

тестирование (модуль 1, 2);
контрольные работы (модуль 1, 2);
защита лабораторных работ (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Не предусмотрен.

6.3.2 Экзамен

6.3.2.1 Порядок проведения экзамена

Экзамен по дисциплине «Преобразовательные устройства» проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса, охватывающие разные разделы дисциплины.

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие и защитившие отчёты по лабораторным работам и индивидуальным заданиям по модулям и получившие удовлетворительные оценки по результатам промежуточной аттестации.

Экзаменационная оценка проставляется при удовлетворительном устном ответе на вопросы, указанные в экзаменационном билете.

6.3.2.2 Программа экзамена

Элементная база устройств силовой электроники. Элементная база устройств силовой электроники.

Особенности и классификация СПП. Свойства и характеристики силовых вентилях (диодов, транзисторов, тиристоров).

Системы параметров СПП. Предельные и характеризующие параметры. Статические и динамические параметры.

Неуправляемые и управляемые выпрямители. Зависимые (ведомые сетью) инверторы.

Выпрямители.

Структурная схема выпрямительного устройства. Допущения при рассмотрении рабочего процесса. Влияние вида нагрузки на процесс выпрямления. Общая характеристика схем выпрямителей. Неуправляемый выпрямитель и тиристорный преобразователь (ТП) при мгновенной коммутации. Угол управления. Величина ЭДС неуправляемого выпрямителя и ТП. Величина и характер изменения обратного напряжения на вентилях. Токи вторичных и первичных обмоток питающего трансформатора. Регулировочная характеристика ТП.

Коммутация токов в фазах питающего трансформатора.

Допущения при рассмотрении рабочего процесса. Угол коммутации. Коммутационное снижение средней величины выпрямленного напряжения. Внешние характеристики тиристорных преобразователей.

Инверторный режим работы ТП.

Источник и приемник энергии постоянного тока. Инверторный режим работы ТП, перевод нереверсивного ТП из выпрямительного режима в инверторный. Особенности инверторного режима работы ТП.

Трехфазный мостовой ТП.

Особенности работы выпрямителя по мостовой схеме Ларионова. Полууправляемый выпрямитель по мостовой схеме, особенности работы. Эквивалентные многофазные схемы, принцип их построения

Энергетические характеристики тиристорного электропривода постоянного тока.

КПД тиристорного преобразователя. Коэффициент мощности тиристорного электропривода постоянного тока. Влияние работы тиристорного электропривода на питающую сеть. Способы улучшения коэффициента мощности тиристорных преобразователей.

Системы управления преобразовательными устройствами.

Требования к параметрам управляющих (включающих) импульсов.

Мощность управляющих импульсов. Причины и последствия асимметрии управляющих импульсов. Крутизна переднего фронта, форма и длительность включающих импульсов.

Системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Классификация и принципы построения

Основные функции системы управления ТП. Аналоговые, цифровые и микропроцессорные СУ.

Основные узлы многоканальной СИФУ.

Синхронизирующие устройства. Фазосдвигающее устройство (ФСУ). Входные устройства. Выходные устройства СИФУ ТП (формирователи импульсов).

Способы реверса вентильного АЭП постоянного тока.

Бесконтактные реверсивные схемы с двухкомплектными ТП.

Реверс системы ТП-Д. Способы согласования работы вентильных групп в реверсивных ТП.

Системы с совместным и с раздельным управлением комплектами вентилей реверсивного ТП.

Одноканальные и двухканальные системы управления ТП. Безлюфтовое сопряжение механических и внешних характеристик Линейное (симметричное) согласование работы реверсивных групп. Системы, работающие в зависимости от знака сигнала рассогласования. Системы самонастройки (системы сканирующей логики).

Преобразователи постоянного тока.

Виды преобразователей постоянного тока.

Регуляторы с непрерывным регулированием. Принцип импульсного регулирования напряжения и тока. Реализация импульсных элементов (ключей) на тиристорах.

Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) для управления двигателями постоянного тока.

Временные диаграммы работы ШИП при симметричном, несимметричном и поочередном способах управления ШИП.

Преобразователи переменного напряжения. Преобразователи частоты (ПЧ).

Схемы преобразователей переменного напряжения. Классификация преобразователей частоты.

Фазовое регулирование, импульсная модуляция на основной частоте (ИМ-ОЧ), на высокой частоте (ИМ-ВЧ), низкой частоте (ИМ-НЧ). Двухзвенные ПЧ с амплитудным регулированием напряжения и тока. Двухзвенные ПЧ с широтно-импульсным регулированием напряжения и тока.

ПЧ с непосредственной связью нагрузки с сетью.

Схема и диаграмма напряжения непосредственных преобразователей частоты.

Аварийные режимы работы ТП.

Внешние и внутренние аварии ТП.

Средства и способы защиты от коротких замыканий. Средства и способы защиты от перенапряжений.

6.3.2.3 Контрольно-измерительные материалы

Вопросы к экзамену:

1. Место силовых преобразователей в автоматизированном электроприводе. Классификация силовых преобразователей.
2. Силовые полупроводниковые приборы: достоинства, классификация.
3. Силовые неуправляемые вентили, вольтамперные характеристики, параметры.

4. Силовые транзисторы, вольтамперные характеристики.
5. Силовые тиристоры.
6. Системы параметров силовых полупроводниковых приборов. Примеры этих параметров.
7. Выпрямители, влияние вида нагрузки на процессы выпрямления.
8. Схемы выпрямления переменного напряжения. Форма выпрямленного напряжения. Особенности этих схем.
9. Работа трехфазного нулевого выпрямителя на неуправляемых вентилях при мгновенной коммутации. Значение выпрямленной ЭДС: $E_{d0} = f(U_2, m_n)$.
10. Токи вторичных и первичных обмоток питающего трансформатора для трехфазной нулевой схемы выпрямления.
11. Рабочие процессы в тиристорном преобразователе при мгновенной коммутации. Зависимость $E_d = f(U_2, \alpha)$. Регулировочные характеристики.
12. Коммутация токов в фазах питающего трансформатора тиристорного преобразователя при переключении вентилях.
13. Величина мгновенного напряжения на нагрузке в зоне коммутации токов. Средняя величина падения напряжения в ТП, связанная с коммутацией (ΔU_K)
14. Внешние характеристики ТП при непрерывном и прерывистом токе в нагрузке.
15. Обращение потока мощности в электромашинной системе электропривода и в системе ТП-Д.
16. Особенности инверторного режима работы ТП. Понятие «опрокидывание» инвертора. Ограничение угла β .
17. Особенности работы выпрямителя по мостовой схеме Ларионова. Полууправляемый выпрямитель по мостовой схеме.
18. Принцип построения эквивалентных многофазных схем. Способы реализации фазового сдвига при построении эквивалентных многофазных схем.
19. Требования, предъявляемые к параметрам управляющих импульсов ТП.
20. Классификация СИФУ. Функциональная схема канала СИФУ. Назначение отдельных элементов.
21. Вертикальный, горизонтальный и интегральный принципы фазосмещения в СИФУ ТП. Способ обеспечения линейной зависимости $U_d = f(U_v)$.
22. Основные узлы СИФУ. Принципы их функционирования.
23. Способы реверса вентильных электроприводов. Бесконтактные реверсивные схемы ТП. Принципы управления вентильными реверсивными группами.
24. Совместное управление комплектами реверсивных ТП. Природа уравнивающих токов.
25. Согласование статических характеристик реверсивных групп.
26. Одноканальные и двухканальные системы регулирования тока при совместном управлении реверсивными ТП.
27. Раздельное управление реверсивными группами. Автоматический выбор работающей группы в зависимости от знака ошибки регулирования.
28. Системы самонастройки (сканирующей логики) при раздельном управлении ТПР.
29. Переходные процессы в реверсивных ТП.
30. Энергетические характеристики вентильного электропривода. КПД и коэффициент мощности.
31. Влияние работы вентильного электропривода на питающую сеть.
32. Способы увеличения коэффициента мощности.
33. Преобразователи постоянного тока.
34. Принципы импульсного регулирования постоянного напряжения.
35. Принципы действия некоторых тиристорных ключей импульсных преобразователей.

36. Схема ШИП для управления ДПТ по цепи якоря. Симметричный, несимметричный и поочередный способы управления ШИП.
37. Преобразователи частоты. Классификация. Автономный инвертор.
38. Двухзвенные ПЧ. Этапы развития двухзвенных ПЧ.
39. Обратимые преобразователи напряжения.
40. ПЧ с непосредственной связью нагрузки с сетью.
41. Аварийные режимы работы ТП. Защита ТП от аварийных токов.
42. Аварийные режимы работы ТП. Защита ТП от перенапряжений.

Пример экзаменационного билета

Министерство
образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра МСА

Дисциплина:
«Преобразовательные устройства»

Экзаменационный билет №1

1. Особенности инверторного режима работы ТП. Понятие «опрокидывание» инвертора. Ограничение угла β .

2. Переходные процессы в реверсивных ТП.

« ____ » _____ 201_ г.

Зав. кафедрой МСА _____

Фонд оценочных средств, включающий типовые задания контрольных работ, типовое задание на курсовое проектирование, задания на выполнения практических и лабораторных работ, программу экзамена, вопросы к экзамену, типовые задания тестов, методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входит в состав УМКД на правах отдельного документа.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВЫ)	Виды контроля				
	ТК	ПК	ЛР, ПЗ	КП	Экзамен
1	2	3	4	5	6
В результате освоения дисциплины студент					
Знает:					
– классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники		+		+	+
– силовые полупроводниковые приборы и преобразователи, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем		+		+	+
– физические явления в полупроводниковых приборах и основы теории полупроводниковых приборов	+	+			+
– принцип действия современных силовых полупроводниковых приборов, особенности их конструкции	+	+		+	+
– методы проектирования, испытания и моделирования силовых преобразовательных устройств		+		+	+
Умеет:					
– производить выбор полупроводниковых приборов электрического привода, систем оперативного тока электрических станций и подстанций, систем компенсации реактивной мощности на базе статических тиристорных компенсаторов и вставок постоянного тока			+	+	
– выполнять работы по расчету и проектированию силовых преобразователей в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования			+	+	
– использовать на практике методы и критерии выбора силовых преобразователей для систем автоматизации технологических процессов и электроснабжения			+	+	
Владеет:					
– навыками использования теоретических и практических материалов по силовым преобразователям при проектировании, монтаже, наладке и эксплуатации различных силовых полупроводниковых приборов и преобразователей			+	+	
– навыками выполнения расчетов,			+	+	

проектирования и конструирования параметров силовых полупроводниковых преобразователей и приборов					
– навыками анализа режимов работы силовых полупроводниковых приборов и преобразователей			+	+	
– навыками эксплуатации и проведения стандартных испытаний силовых полупроводниковых приборов и преобразователей			+	+	

Примечание:

ТК – текущий контроль, проводимый в форме контрольных работ;

ПК – промежуточный контроль в форме тестов и контрольных работ;

КП – курсовое проектирование;

ЛР, ПЗ – выполнение практических заданий и лабораторных работ с подготовкой отчёта.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел	P1			P2			P3			P4			P5		P6		P7		
<i>Лекции</i>	2		2		2		2			2		2		2					14,0
<i>Практические занятия</i>		1		1		1		1		1		1		1		1			8,0
<i>Лабораторные работы</i>		4		4		4		4		4		4		4					28,0
<i>КСР</i>				2		1									1				4,0
<i>Изучение теоретического материала</i>	1	0,5	0,5	3	2	1	2	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	1,5	2	1,5	2	1,5	1,5	32,5
<i>Подготовка к практическим занятиям</i>	0,5		0,5		0,5	0,5		1	0,5	0,5		0,5	0,5		1,5				6,5
<i>Подготовка отчетов по лабораторным работам</i>		2		2	2	2	2						1		1	1	1	1	15,0
<i>Курсовой проект</i>		2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2			36,0
Модуль:	M1							M2					M3						
Контр. тестирование				+									+					+	
Дисциплин. контроль: Экзамен																		+	36,0

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

8.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

СПИСОК ИЗДАНИЙ

[illegible]

1	2	3
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Электротехника: уч. пособие для вузов. Кн. 2. Электрические машины. Промышленная электроника. Теория автоматизированного управления. – 2004. – 710 с.	19
2	В.И. Мелешин Транзисторная преобразовательная техника Монография - М.: Техносфера, 2005. – 632 с	31
3	Ю. К. Розанов, Е. М. Соколова Электронные устройства электромеханических систем Учебное пособие – М.: Академия, 2006. – 272с.	6
2.2 Периодические издания		
	не используются	
2.3 Нормативно-технические издания		
	не используются	
2.4 Официальные издания		
	не используются	
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы, электронно-библиотечные системы и профессиональные базы данных		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. — Электрон. дан. (1 912 записей). — Пермь, 2014- . — Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . — Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на

30 июня 2012 г.
(дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки



Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

(дата составления рабочей программы)

основная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☐

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	Лаборатория автоматизированного электропривода	Кафедра МСА	05	70	20

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	Лабораторный комплекс для изучения и исследования силовых преобразователей	4	Оперативное управление	05

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

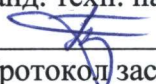
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет
Кафедра микропроцессорных средств автоматизации

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
микропроцессорных средств
автоматизации

канд. техн. наук, доц.

 А.Б. Петроченков
Протокол заседания кафедры № 4
от 29.09.2016

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Преобразовательные устройства»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль программы бакалавриата

Автоматизация технологических процессов и
производств в машиностроении и энергетике
(наименование профиля/маг. программы/специализации)

Квалификация выпускника:

бакалавр
(бакалавр / магистр / специалист)

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации
(наименование кафедры)

Форма обучения:

очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180ч

Виды контроля:

Экзамен: 5

Зачёт: нет

Курсовой проект: 5

Курсовая работа: нет

Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Преобразовательные устройства» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. номер приказа «200» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата);

- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённой «28» мая 2015 г.;

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённого «28» апреля 2016 г.;

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: «Электротехника и электроника 1»; «Электротехника и электроника 2»; «Электротехника и электроника 3»; «Электрические и компьютерные измерения»; «Планирование научного эксперимента»; «Метрология, стандартизация и сертификация»; «Теория автоматического управления 1»; «Теория автоматического управления 2»; «Электрические машины»; «Электрический привод»; «Базы данных»; «Управление качеством»; «Информационное обеспечение систем управления»; «Интегрированные системы проектирования и управления», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	содержание стр. 1, кроме абзацев 6-9, изложить в редакции, приведенной на стр. 1а.	Протокол заседания кафедры № 4 от 29.09.2016 г. Зав. кафедрой микропроцессор- ных средств автоматизации канд. техн. наук, доц.  А.Б. Петрученков
	содержание стр. 2 (абзацы 1-5) изложить в редакции, приведенной на стр. 2а.	
	наименование раздела 1.4 «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции: «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы».	
	наименование раздела 2 «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы».	
	раздел 3 «Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы» дополнить новым абзацем следующего содержания: «Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.».	
	в табл.3.1.: а) строку п.1 «Аудиторная работа» дополнить словами «(контактная работа)»; б) строку п.4 «Итоговая аттестация по дисциплине» изложить в следующей редакции: «Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:».	
	в табл.4.1.: а) в строке п.1 «Количество часов (очная форма обучения)» дополнить словами «и виды занятий»; б) в столбце 9 заменить слово «аттестация» на «контроль»; в) в строке 4 заменить слово «Итоговая» на «Промежуточная».	
	п. 4.5 «Виды самостоятельной работы студентов» считать п.5 с наименованием «Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины»	
	После п.5 дополнить словами: «При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации: 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по	

практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу. 4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7. 5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.»	
табл.4.3 «Виды самостоятельной работы студентов» считать табл.5.1	
п.4.5.1 «Изучение теоретического материала» считать п.5.1; п.4.5.2 «Курсовой проект (курсовая работа)» считать п.5.2; п.4.5.3 «Реферат» считать п.5.3; п.4.5.4 «Расчётно-графические работы» считать п.5.4; п.5 «Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций» считать п.5.5;	
наименование раздела 6 «Управление и контроль освоения компетенций» изложить в следующей редакции: «Фонд оценочных средств дисциплины».	
последний абзац п.6.3 дополнить словами «входят в состав РПД в виде приложения».	
наименование раздела 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине».	
заменить в тексте раздела 8.: - слова «Профессиональный цикл» на «Блок 1. Дисциплины (модули)»; - код направления «220700.62» на «15.03.04»;	
изменить название раздела «Список изданий» на «8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».	
наименование п.2.5 «Электронные информационно-образовательные ресурсы» изменить на (или внести в таблицу пункт 2.5 с наименованием) «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины».	
дополнить п.2.5 таблицы строками: Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/. – Загл. с экрана. Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/. – Загл. с экрана. Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . –	

	Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.	
	раздел 8.2 «Компьютерные обучающие и контролирующие программы» считать раздел 8.3 и наименование изложить в следующей редакции: «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине».	
	после раздела 8.3 «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине» включить подраздел 8.3.1 «Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы»	
	наименование раздела 9 изложить в следующей редакции: «Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине».	
2		
3		
4		