

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета ФЭСУ

_____ А.В. Бурковский
(подпись)

«_____» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Силовая электроника

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: электропривода, автоматики и управления в технических системах

Для направления подготовки (специальности) 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

(код, наименование)

Направленности: электропривод и автоматика, электромеханика

(название профиля по УП)

Часов по УП: 180 Часов по РПД: 180

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 171 Часов по РПД: 171

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 6

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 6

Часов на самостоятельную работу по УП: 153 (89 %)

Часов на самостоятельную работу по РПД: 153 (8%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 7; Зачеты – ; Курсовые проекты-7; Курсовые работы.

Форма обучения: заочная ;

Срок обучения: 5 лет.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции													8	8			8	8
Лабораторные																		
Практические													10	10			10	10
Ауд. занятия													18	18			18	18
Сам. работа													153	153			153	153
Итого													171	171			171	171

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника". Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. №955.

Программу составил: _____ к.т.н., Муконин А.К.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____ Трубецкой В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", направленности: электропривод и автоматика, электромеханика.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматики и управления в технических системах протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

Согласовано:

Зав. кафедрой ЭМСЭС _____ В.П. Шелякин

Председатель МКНП _____ А.В. Тикунов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины является изучение элементной базы силовой электроники, устройства, принципа действия и характеристик диодных и тиристорных выпрямителей, широтно-импульсных преобразователей, инверторов и преобразователей частоты.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	знание характеристик силовых полупроводниковых вентилей, диодов, тиристоров, транзисторов;
1.2.2	знание основных схем и принципа действия выпрямителей, широтно-импульсных преобразователей, автономных инверторов напряжения и преобразователей частоты;
1.2.3	знание методов экспериментального исследования силовых электронных устройств

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1		код дисциплины в УП: Б.1.В.ОД.5
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике, физике, электронике, теоретическим основам электротехники.		
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее		
Б1.В.ДВ.5.1	Преобразовательная техника в современных технологиях	
Б1.В.ОД.10	Моделирование и исследование электроприводов	
Б1.В.ОД.12	Теория электропривода	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
1	2
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей
	Знать физические принципы работы, параметры и характеристики силовых электронных устройств
	Уметь выполнять схемы силовых электронных устройств согласно требованиям ЕСКД
ПК-1	Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике
	Знать основные элементы силовых электронных устройств
	Владеть навыками исследования электронных устройств с помощью измерительных приборов
ПК-2	Способность обрабатывать результаты экспериментов
	Знать современное состояние и тенденции в развитии элементной базы силовой электроники
	Уметь формулировать результаты выполненных экспериментальных исследований
	Владеть методами анализа силовых электронных устройств; современными средствами оформления результатов эксперимента в своей предметной области .

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные элементы силовых электронных устройств
3.1.2	физические принципы работы, параметры и характеристики силовых электронных устройств
3.1.3	современное состояние и тенденции в развитии элементной базы силовой электроники
3.2	Уметь:
3.2.1	выполнять схемы силовых электронных устройств согласно требованиям ЕСКД
3.2.2	формулировать результаты выполненных экспериментальных исследований
3.2.3.	осуществлять экспериментальные исследования по заданной методике
3.3	Владеть:
3.3.1	методами анализа силовых электронных устройств; современными средствами оформления результатов эксперимента в своей предметной области
3.3.2	навыками исследования электронных устройств с помощью измерительных приборов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Общие сведения о силовых электронных устройствах	7	25,26	-	-	-	11	11
2	Основные элементы силовых электронных устройств	7	26-28	-	-		28	28
3	Выпрямители	7	29-31	4	2	4	56	66
4	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	7	31,32	1	-	2	11	14
5	Инверторы и преобразователи частоты	7	33-37	3	-	2	32	37
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	7	38,39		-		15	15
Итого				8	2	8	153	171

4.1 Лекции

Неделя	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1	2	3	4
7 семестр			
3. Выпрямители		4	
40	3.1. Общие сведения о выпрямителях, обобщенная схема выпрямителя. Принцип выпрямления, однополупериодный выпрямитель	1	–
40	3.2. Однополупериодный выпрямитель с разными нагрузками.	1	-
41	3.3. Однофазный мостовой выпрямитель. Сравнение схем выпрямления.	2	-
	4. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) постоянного напряжения.	1	-
42	4.1. Нереверсивный ШИП. 4.2. Однофазный мостовой ШИП. Проблема обеспечения генераторных режимов.	1	-
5. Инверторы и преобразователи частоты		3	-
42	5.2. Автономные инверторы. 5.2.1. Общие сведения. Понятие об инверторах тока и напряжения. 5.2.2. Однофазный нулевой автономный инвертор (АИН).	1	-
43	5.2.3. Однофазный нулевой АИН с широтно-импульсной 5.2.4. Однофазный мостовой АИН. 5.2.5. Трехфазный нулевой АИН. 5.2.6. Трехфазный мостовой АИН.	1	-
43	5.3. Преобразователи частоты. 5.3.1. Преобразователи частоты с непосредственной связью. 5.3.2. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.	1	-
Итого часов		8	

4.2. Лабораторные работы

Неделя	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
7 семестр		8		
41	Инструктаж по технике безопасности. Лабораторная работа №1 “Исследование диодных выпрямителей	2	1,5	Проверка результатов исследования

41	Лабораторная работа №2 “Исследование двухполупериодного тиристорного преобразователя	2	1,5	Проверка результатов исследования
43	Лабораторная работа №3 “Исследование широтно-импульсного преобразователя”	2	1,5	Проверка результатов исследования
43	Лабораторная работа №4 “Исследование автономного инвертора напряжения	2	1,5	Проверка результатов исследования

4.3 Практические занятия

Неделя	Наименование занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)
7 семестр		2	
30	Мостовые выпрямители	2	1

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
7 семестр			153
	Принцип импульсного регулирования потока энергии и обобщенная структура преобразовательного устройства (ПУ). Классификация ПУ.		4
	Основные показатели и характеристики преобразовательных устройств.		8
	Общие сведения об электронных ключах. 2.1.1. Основные определения, параметры и классификация, вольт-амперные характеристики, область безопасной работы.		4
	2.1.2. Силовые диоды, силовые транзисторы (биполярные, МОП, IGBT).	Выборочная проверка	18
	2.1.3. Тиристоры (однооперационные, запираемые, оптронные), модули, сравнение электронных ключей		7
	3.1. Общие сведения о выпрямителях, обобщенная схема выпрямителя. Принцип выпрямления, однополупериодный выпрямитель. Основные параметры выпрямителей. Классификация выпрямителей.		7
	3.2. Однополупериодный выпрямитель с разными нагрузками. 3.3. Однофазный двухполупериодный выпрямитель со средней точкой.	Проверка контрольных работ	7

	3.3.Однофазный мостовой выпрямитель. 3.4.Трехфазный нулевой выпрямитель.	Проверка контрольных работ	7
	3.6.Трехфазный мостовой выпрямитель. Сравнение схем выпрямления	Проверка контрольных работ	5
	4.1. Нереверсивный ШИП. 4.2. Однофазный мостовой ШИП. Проблема обеспечения генераторных режимов. Курсовое проектирование	Проверка контрольных работ	16
	5.1. Инверторы, ведомые сетью. Принцип действия, схемы характеристики.		
	5.2. Автономные инверторы. 5.2.1. Общие сведения. Понятие об инверторах тока и напряжения. 5.2.2. Однофазный нулевой автономный инвертор (АИН). Курсовое проектирование	выборочная проверка	21
	5. 5.2.3. Однофазный нулевой АИН с широтно-импульсной 2.4. Однофазный мостовой АИН. 5.2.5. Трехфазный нулевой АИН. 5.2.6. Трехфазный мостовой АИН. Курсовое проектирование	Защита курсового проекта	27
	6.1. Управление двигателями постоянного тока (ДПТ). Применение тиристорных выпрямителей для управления ДПТ. . 6.2. Управление двигателями переменного тока. 6.2.1. Управление асинхронным двигателем с помощью тиристорного регулятора напряжения. 6.2.2. Разомкнутое частотное управление двигателями переменного тока. Курсовое проектирование	Защита курсового проекта	22

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции;
5.2	лабораторные работы: – подготовка к выполнению лабораторных работ, – выполнение лабораторных работ, – защита выполненных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов:

	– изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену;
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Паспорт компетенций для текущего контроля для РПД

Разделы дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля
1	2	3	4
Введение. Общие сведения о силовых электрических устройствах	Основные понятия и определения силовой электроники. Принцип импульсного регулирования потока энергии.	Опрос	Устный
Основные элементы силовых электрических цепей	Силовые диоды (общего назначения, быстросовстанавливающиеся, диоды Шоттки), силовые транзисторы, тиристоры .	Защита лабораторных работ	Письменный Устный
Выпрямители	Принцип выпрямления, основные параметры выпрямителей. Основные схемы выпрямителей.	Защита лабораторных работ	Письменный Устный
Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	Нереверсивный ШИП. Однофазный мостовой ШИП.	Защита лабораторных работ	Письменный Устный
Инверторы и преобразователи частоты.	Инверторы, ведомые сетью. Автономные инверторы.	Защита лабораторных работ	Устный
Применение силовых электронных устройств в электроприводе	Применение тиристорных выпрямителей для управления ДПТ. Управление двигателями переменного тока.	Защита лабораторных работ	Устный

Полная спецификация оценочных средств, объектов, форм, методов контроля, контрольных материалов в привязке к формируемым компетенциям и критериев оценки приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год из- дания. Вид издания	Обеспе- ченность
1	2	3	4	5
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Зайцев А.И.	Силовая промышленная электроника/: Учеб. пособие/ А.И. Зайцев, А.С. Плехов. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 251 с.	2008 печат.	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Дегтярев А.В.	Преобразовательные устройства в электроприводе. Учеб. пособие/ А.В. Дегтярев, А.Г. Кроз: Воронеж:	1991 печат.	1
7.1.3. Методические разработки				
7.1.3.1	Муконин А.К., Ревнев С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1 – 3 по дисциплине “Приводы роботов” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения/ ГОУВПО “Воронежский государственный техниче-ский университет”; сост. А.К. Муконин, С.С. Ревнев, В.А. Трубецкой. Воронеж, 2006. 28 с.	2006 печат.	1
7.1.3.2	Муконин А.К., Медведев В.А.	Исследование выпрямителей и усилителя: методиче-ские указания к лабораторным работам № 5, 6 по дис-циплине “Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем” для студентов направ-ления 150700.62 “Машиностроение” (профиль “Обо-рудование и технология сварочного производства”) очной формы обучения/ ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”; сост. В.А. Медведев, А.К. Муконин. Воронеж, 2013. 33 с.	2013 печат.	1
7.1.3.3	Муконин А.К., Медведев В.А.	Исследование выпрямителей и усилителя: методи-ческие указания к лабораторным работам № 1,2 по дисциплине “Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем” для студентов направ-ления 150700.62 “Машиностроение” (про-филь “Обо-рудование и технология сварочного про-изводства”) очной формы обучения/ ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический уни-верситет”; сост. В.А. Медведев, А.К. Муконин. Во-ронеж, 2013. 33 с.	2013 печат.	1

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лек-ционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Специализированная учебная лаборатория для исследования электротехнических и электронных устройств

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой дисциплины «Силовая электроника»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год из- дания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1. Основная литература				
1	2	3	4	5
Л1.1	Зайцев А.И.	Силовая промышленная электроника/: Учеб. пособие/ А.И. Зайцев, А.С. Плехов. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 251 с.	2008 печат.	1
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Дегтярев А.В.	Преобразовательные устройства в электроприводе. Учеб. пособие/ А.В. Дегтярев, А.Г. Кроз: Воронеж:	1991 печат.	1
3. Методические разработки				
ЛЗ.1	Муконин А.К., Ревнев С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1 – 3 по дисциплине “Приводы роботов” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения/ ГОУВПО “Воронежский государственный технический университет”; сост. А.К. Муконин, С.С. Ревнев, В.А. Трубецкой. Воронеж, 2006. 28 с.	2006 печат.	1
ЛЗ.2	Муконин А.К., Медведев В.А.	Исследование выпрямителей и усилителя: методические указания к лабораторным работам № 5, 6 по дисциплине “Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем” для студентов направления 150700.62 “Машиностроение” (профиль “Оборудование и технология сварочного производства”) очной формы обучения/ ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”; сост. В.А. Медведев, А.К. Муконин. Воронеж, 2013. 33 с.	2013 печат.	1
ЛЗ.3	Муконин А.К., Медведев В.А.	Исследование выпрямителей и усилителя: методические указания к лабораторным работам № 1,2 по дисциплине “Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем” для студентов направления 150700.62 “Машиностроение” (профиль “Оборудование и технология сварочного производства”) очной формы обучения/ ФГБОУ ВПО “Воронежский государственный технический университет”; сост. В.А. Медведев, А.К. Муконин. Воронеж, 2013. 33 с.	2013. печат.	1

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Директор НБ ВГТУ _____ Буковшина Т.И.

Приложение 2
Приложение к рабочей программе
дисциплины «Силовая электроника»

**Фонд оценочных средств
по дисциплине «Силовая электроника»**

для направления подготовки (специальности)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код, наименование)

Направленности (специализация) **Электропривод и автоматика, Электропривод и автоматика робототехнических систем, Электромеханика,**

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения заочная

Срок обучения 5 лет

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля
и промежуточной аттестации

Раздел дисциплины	Код формируемой компетенций	Объект контроля	Форма и методика контроля	Контрольные материалы	Срок исполнения
1. Введение. Общие сведения о силовых электронных устройствах	ОПК-3	Знание функций силовых электрических устройств.	Устный опрос на лекции	Вопросы к экзамену	23 ,24 недели
2. Основные элементы силовых электронных устройств	ОПК-3	Знание основных требований к силовым электронным устройствам	Отчет по лабораторным работам Устный опрос на практических занятиях	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 1,2 Вопросы к зачету с оценкой	25-28 недели.
3. Выпрямители	ПК-1 ПК-2	Знание устройства и характеристик выпрямителей	Отчет по лабораторным работам Устный опрос на практических занятиях	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 3-5 Вопросы к экзамену	29-32 недели.
4. Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	ПК-1 ПК-2	. Знание устройства и характеристик широтно-импульсных преобразователей	Отчет по лабораторным работам Устный опрос на практических занятиях	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 6 Вопросы к экзамену	33 недели.
5. Инверторы и преобразователи частоты.	ПК-1 ПК-2	Знание устройства и характеристик инверторов и преобразователей частоты	Отчет по лабораторной работе Устный опрос на практических занятиях	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 7 Вопросы к экзамену	34-37 недели.
6. Применение силовых электронных устройств в электроприводе	ПК-1 ПК-2		Отчет по лабораторной работе Устный опрос на	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 7	38-40 недели.

			практиче- ских заня- тиях		
--	--	--	---------------------------------	--	--

Критерии оценки при сдаче экзамена:

Цифра	Словесное выражение	Описание
5	Отлично	Ответ студента полный и правильный. Студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры
4	Хорошо	Ответ студента правильный, но неполный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено
3	Удовлетворительно	Ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях и/или они просто отсутствуют
2	Неудовлетворительно	В ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.

Вопросы к экзамену по дисциплине "Силовая электроника"

1. Назначение, области применения и основные виды преобразователей энергии.
2. Обобщённая схема преобразователей энергии и принцип импульсного регулирования потока энергии.
3. Основные показатели качества преобразователей энергии.
4. Полупроводниковый диод. Вольтамперная характеристика, влияние температуры.
5. Процессы включения и выключения диода.
6. Биполярные транзисторы. Устройство и характеристики.
7. Полевые транзисторы. Устройство и характеристики.
8. IGBT – транзисторы и модули.
9. Тиристоры. Устройство и характеристики.
10. Обобщенная схема выпрямителя. Основные характеристики выпрямителей.
11. Однополупериодный управляемый выпрямитель с резистивной нагрузкой.
12. Однополупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
13. Двухполупериодный управляемый выпрямитель со средней точкой с резистивной нагрузкой.
14. Двухполупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
15. Понятие о коммутационном сопротивлении. Внешние характеристики выпрямителя.
16. Инверторный режим работы выпрямителей.
17. Однофазный мостовой управляемый выпрямитель.
18. Трёхфазный нулевой управляемый выпрямитель.
19. Трёхфазный мостовой управляемый выпрямитель.
20. Влияние выпрямителей на питающую сеть.
21. Составные схемы выпрямления.
22. Реверсивные выпрямители с совместным управлением.
23. Реверсивные выпрямители с отдельным управлением.
24. Нереверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения.
25. Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с противофазной коммутацией.
26. Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с однополярной ШИМ.

27. Обобщенная структура преобразователя с промежуточным звеном постоянного напряжения. Обеспечение тормозных режимов.
28. Регуляторы переменного напряжения.
29. Однофазный мостовой АИН.
30. Нулевые схемы АИН.
31. Трехфазный мостовой АИН.
32. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.
33. Непосредственные преобразователи частоты.
34. Автономные инверторы тока.
35. Функции систем управления преобразователями.
36. Основные типы формирователей импульсов управления вентилями.
37. Формирователи импульсов управления тиристорами.
38. Обеспечение надежности преобразователей.
39. Защита преобразователей от перегрузок по току и напряжению.