

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета ФЭСУ

\_\_\_\_\_ Ю. А.Перцев  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Преобразовательная техника**  
(наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

Для направления подготовки (специальности) **220400.62 "Управление в технических системах"**

(код, наименование)

Профиль: управление и информатика в технических системах  
(название профиля по УП)

Часов по УП: 72; Часов по РПД: 72;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; Часов по РПД: 72;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 0

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 0

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (50 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (50 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 2;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты – 6 семестры; Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

### 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											18	18					18	18
Лабораторные											18	18					18	18
Практические																		
Ауд. занятия											36	36					36	36
Сам. работа											36	36					36	36
Итого											72	72					72	72

**Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 220400.62 “Управление в технических системах”. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 декабря 2009 г. № 813.**

**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 220400.62 "Управление в технических системах", профиль Управление и информатика в технических системах.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2012 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС \_\_\_\_\_ В.Л. Бурковский

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p><b>Целью изучения дисциплины является</b> подготовка студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электроника”, профиль “Электропривод, автоматика и управление в технических системах”, к инженерной деятельности по анализу и разработке типовых силовых электронных устройств для электропривода..</p> <p>Изучение дисциплины должно содействовать формированию у студентов способности выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат, готовности учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</p>
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	изучение основных элементов силовых электрических цепей;
1.2.2	изучение основных схем и параметров выпрямителей;
1.2.3	изучение схем широтно-импульсных преобразователей постоянного тока;
1.2.4	изучение основных схем инверторов и преобразователей частоты;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б3		код дисциплины в УП: Б3.Б.6
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>		
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике, физике, электронике, теоретическим основам электротехники.		
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>		
Б3.В.ДВ.1	Преобразовательная техника	
Б3.В.ДВ.2	Элементы систем автоматики	
Б3.Б.9	Электрический привод	
Б3.В.В.ОД.3	Проектирование электротехнических устройств	
Б3.В.ОД.4	Электропривод в современных технологиях	

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
1	2
ПК-27	монтажно-наладочная деятельность: готовность участвовать в разработке и изготовлении стендов для комплексной отладки и испытаний программно-аппаратных управляющих комплексов.
ПК-29	сервисно-эксплуатационная деятельность: способность настраивать управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств.
ПК-30	готовность осуществлять проверку технического состояния оборудования, производить его профилактический контроль и ремонт с заменой модулей.
ПК-31	готовность производить установку и настройку системного, прикладного и инструментального программного обеспечения систем автоматизации и управления.
ПК-32	способность разрабатывать инструкции по эксплуатации используемого технического оборудования и программного обеспечения для обслуживающего персонала.

### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные элементы силовых электронных устройств;
3.1.2	обобщенную структуру выпрямителя, основные схемы выпрямителей и их характеристики.
3.1.3	основные схемы широтно-импульсных преобразователей постоянного тока для управления электродвигателями;
3.1.4	основные схемы инверторов и преобразователей частоты для электропривода;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	читать принципиальные электрические схемы;
3.2.2	уметь выбирать рациональные схемы силовых электронных устройств для электропривода.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами анализа силовых электронных устройств;
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
	Введение	5	1	2	-	-	-	
1	Общие сведения о силовых электрических устройствах	5	2	2	-	-	2	
2	Основные элементы силовых электрических цепей	5	3-6	8	-	2	16	
3	Выпрямители	5	7-10	8	-	16	18	
4	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока	5	11	2	-	6	-	
5	Инверторы и преобразователи частоты	5	12-15	8	-	3	16	
6	Применение силовых электронных устройств в электроприводе	5	16-18	6	-	9	14	
Итого				36			36	72

#### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1	2	3	4
<b>6 семестр</b>			
<b>Введение</b>		<b>2</b>	
1	Основные понятия и определения силовой электроники – определение, назначение, области применения и основные виды силовых электронных устройств (СЭУ), преобразователь-	2	–

	ных устройств.		
	<b>1. Общие сведения о силовых электронных устройствах.</b>	2	-
2	1.1. Принципы импульсного регулирования потока энергии и обобщенная структура ПУ. Классификация ПУ.	2	-
3	1.2. Основные показатели и характеристики преобразовательных устройств.	8	-
<b>2. Основные элементы силовых электронных устройств</b>		<b>8</b>	<b>-</b>
4	2.1. Общие сведения об электронных ключах. 2.1.1. Основные определения, параметры и классификация, вольт-амперные характеристики, область безопасной работы.	2	-
5	2.1.2. Силовые диоды (общего назначения, быстровосстанавливающиеся, диоды Шоттки), силовые транзисторы (биполярные, МОП, IGBT).	2	-
6	2.1.3. Тиристоры (однооперационные, запираемые, оптронные), модули, сравнение электронных ключей.	2	-
7	2.2. Элементная база и типовые узлы систем управления, обобщенная структура системы управления, формирователи импульсов управления для различных вентилях.	2	-
<b>3. Выпрямители</b>		8	
8	3.1. Общие сведения о выпрямителях, обобщенная схема выпрямителя. Принцип выпрямления, однополупериодный выпрямитель. Основные параметры выпрямителей. Классификация выпрямителей.	2	-
9	3.2. Однополупериодный выпрямитель с разными нагрузками. 3.3. Однофазный двухполупериодный выпрямитель со средней точкой.	2	-
10	3.4. Однофазный мостовой выпрямитель. 3.5. Трехфазный выпрямитель.	2	-
11	Трехфазный мостовой выпрямитель. Сравнение схем выпрямления.		-
12	Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) постоянного напряжения.	2	-
13	4.1. Нереверсивный ШИП. 4.2. Однофазный мостовой ШИП. Проблема обеспечения генераторных режимов.	2	-
<b>5. Инверторы и преобразователи частоты</b>		8	-
14	5.1. Инверторы, ведомые сетью. Принцип действия, схемы, характеристики.	2	-
15	5.2. Автономные инверторы. 5.2.1. Общие сведения. Понятие об инверторах тока и напряжения. 5.2.2. Однофазный нулевой автономный инвертор (АИН).	2	-
16	5.2.3. Однофазный нулевой АИН с широтно-импульсной 5.2.4. Однофазный мостовой АИН.	2	-

	5.2.5. Трехфазный нулевой АИН. 5.2.6. Трехфазный мостовой АИН.		
0	5.3. Преобразователи частоты. 5.3.1. Преобразователи частоты с искусственной связью. 5.3.2. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.	2	-
<b>6. Применение силовых электронных устройств в электроприводе.</b>			
18	6.1. Управление двигателями постоянного тока (ДПТ). Применение тиристорных выпрямителей для управления ДПТ. Реверсивные ТП. 6.2. Управление двигателями переменного тока. 6.2.1. Управление асинхронным двигателем с помощью тиристорного регулируемого преобразователя. 6.2.2. Разомкнутое частотное управление двигателями переменного тока.	2	-
19	6.2.3. Замкнутые системы частотного электропривода. Приводы с векторно-токовым и частотно-токовым управлением.	2	-
<b>Итого часов</b>			

#### 4.2. Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>6 семестр</b>		<b>36</b>	<b>15</b>	
2	Инструктаж по технике безопасности. Лабораторная работа №1 “Исследование однополупериодного выпрямителя”.	4	1	Проверка результатов исследования
4	Лабораторная работа №2 “Исследование мостового выпрямителя”.	4	2	Проверка результатов исследования
6	Защита лабораторных работ №№ 1 и 2	4	2	Отчет
8	Лабораторная работа №3 “Исследование тиристорного преобразователя”	4	2	Проверка результатов исследования
10	Лабораторная работа №4 “Исследование системы тиристорный преобразователь-двигатель”	4	1	Проверка результатов исследования
12	Защита лабораторных работ №№ 3 и 4	4	2	Отчет
14	Лабораторная работа №5 “Исследование широтно-импульсного преобразователя”	4	2	Проверка результатов исследования
16	Лабораторная работа №6 “Исследование частотного электропривода”	4	1	Проверка результатов исследования
18	Защита лабораторных работ №№ 5 и 6	4	2	Отчет

#### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
1	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
	Подготовка к выполнению лабораторной работы №1	Допуск к выполнению	1
2	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	2
3	Подготовка к выполнению лабораторной работы №2	Допуск к выполнению	1
	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
4	Подготовка к защите лабораторных работ №№ 1 и 2	Защита	2
	Работа с конспектом лекции и с учебником	Выборочная проверка	1
5	Подготовка к выполнению лабораторной работы №3	Допуск к выполнению	1
6	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
7	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
	Подготовка к выполнению лабораторной работы №4	Допуск к выполнению	1
8	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
9	Подготовка к защите лабораторных работ №№ 3 и 4	Защита	3
10	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
11	Работа с конспектом лекции и учебником	Выборочная проверка	1
12	Подготовка к выполнению лабораторной работы №5	Допуск к выполнению	1
13	Работа с конспектом лекции	Выборочная проверка	1
14	Работа с конспектом лекции, с учебником	Выборочная проверка	1
15	Подготовка к выполнению лабораторной работы №6	Допуск к выполнению	2
16	Работа с конспектом лекции, с учебником	Выборочная проверка	1
17	Подготовка к защите лабораторных работ №№ 5 и 6	Защита	3
18	Подготовка к зачету	Зачет	7

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Информационные лекции;</b>
5.2	<b>лабораторные работы:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подготовка к выполнению лабораторных работ,</li> <li>– выполнение лабораторных работ,</li> <li>– защита выполненных работ;</li> </ul>
5.3	<b>самостоятельная работа студентов:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– изучение теоретического материала,</li> <li>– подготовка к лекциям и лабораторным работам,</li> <li>– работа с учебно-методической литературой,</li> <li>– оформление конспектов лекций, подготовка отчетов,</li> <li>– подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену;</li> </ul>
5.5	<b>консультации</b> 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**

<b>6.1</b>	<b>Контрольные вопросы и задания</b>
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – проверка конспектов лекций; – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд оценочных средств включает вопросы к экзамену и представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
<b>6.2</b>	<b>Темы письменных работ</b> – не предусмотрены
<b>6.3</b>	<b>Другие виды контроля</b> – не предусмотрены

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

<b>7.1 Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
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
1	2	3	4	5
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Дегтярев А.В.	Преобразовательные устройства в электроприводе. Учеб. пособие/ А.В. Дегтярев, А.Г. Кроз: Воронеж:	1991 печат.	1
<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
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 технический университет”; сост. А.К. Муконин, С.С. Ревнев, В.А. Трубецкой. Воронеж, 2006. 28 с.	2006 печат.	1

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>8.1</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория</b> , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
<b>8.2</b>	<b>Специализированная учебная лаборатория</b> для исследования электротехнических и электронных устройств

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой дисциплины “Преобразовательная техника”**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
1	2	3	4	5
Л1.1	Зайцев А.И.	Силовая промышленная электроника/: Учеб. пособие/ А.И. Зайцев, А.С. Полехов. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 251 с.	2008 печат.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Дегтярев А.В.	Преобразовательные устройства в электроприводе. Учеб. пособие/ А.В. Дегтярев, А.Г. Кроз: Воронеж:	1991 печат.	1
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	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
Л3.2	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

Заведующий кафедрой ЭАУТС \_\_\_\_\_ Бурковский В.Л.

Директор НБ ВГТУ \_\_\_\_\_ Буковшина Т.И.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Фонд оценочных средств

#### 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. Обобщённая схема выпрямителя. Основные характеристики выпрямителей.
11. Тепловые модели приборов.
12. Однополупериодный управляемый выпрямитель с резистивной нагрузкой.
13. Однополупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
14. Однополупериодный управляемый выпрямитель с нулевым диодом.
15. Двухполупериодный управляемый выпрямитель со средней точкой с резистивной нагрузкой.
16. Двухполупериодный управляемый выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой.
17. Понятие о коммутационном сопротивлении. Внешние характеристики выпрямителя.
18. Инверторный режим работы выпрямителей.
19. Однофазный мостовой управляемый выпрямитель.
20. Трёхфазный нулевой управляемый выпрямитель.
21. Трёхфазный мостовой управляемый выпрямитель.
22. Влияние выпрямителей на питающую сеть.
23. Составные схемы выпрямления.
24. Реверсивные выпрямители с совместным управлением.
25. Реверсивные выпрямители с отдельным управлением.
26. Нереверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения.
27. Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с противофазной коммутацией.
28. Реверсивный широтно-импульсный регулятор напряжения с однополярной ШИМ.
29. Обобщённая структура преобразователя с промежуточным звеном постоянного напряжения. Обеспечение тормозных режимов.
30. Регуляторы переменного напряжения.
31. Однофазный мостовой АИН.
32. Нулевые схемы АИН.
33. Трёхфазный мостовой АИН.
34. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного напряжения.
35. Непосредственные преобразователи частоты.
36. Автономные инверторы тока.
37. Функции систем управления преобразователями.
38. Основные типы формирователей импульсов управления вентилями.
39. Формирователи импульсов управления тиристорами.
40. Обеспечение надёжности преобразователей.

