

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  
факультета энергетики и систем управления

\_\_\_\_\_ А.В. Бурковский  
(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Основы систем управления электроприводами**

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

Направление подготовки (специальности):

13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

(код, наименование)

Профиль: Электропривод и автоматика

(название профиля по УП)

Часов по УП: 216; Часов по РПД: 216;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 180; Часов по РПД: 180;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 18

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 18

Часов на самостоятельную работу по УП: 108 (60 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 108 (60 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 6;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 8; Зачеты - 0; 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	
	8 / 12	
	УП	РПД
Лекции	18	18
Лабораторные	36	36
Практические	18	18
Ауд. занятия	72	72
Сам. работа	108	108
Итого	180	180

**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., Медведев В.А.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

**Рецензент (ы):** \_\_\_\_\_ к.т.н., Харченко А.П.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электропривод и автоматика».

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

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

Председатель МКНП \_\_\_\_\_ А.В. Тикунов

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<b>Цель изучения дисциплины</b> – обеспечение подготовки, позволяющей разрабатывать системы управления электроприводами постоянного и переменного тока на основе типовых узлов, синтезировать регуляторы, придающие электроприводам требуемые показатели качества, а также формирование практических навыков использования методов анализа и моделирования электрических цепей, расчета режимов работы и параметров оборудования электромеханических комплексов.
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	изучение структуры электропривода с системами управления верхнего и нижнего уровней, а также задач, возлагаемых на уровни управления;
1.2.2	освоение методов нечеткой логики и принципов разработки систем фаззи-управления электроприводами;
1.2.3	ознакомление студентов с синтезом систем модального управления электроприводами методом стандартных уравнений;
1.2.4	изучение принципов построения систем управления с подчиненным регулированием координат, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей;
1.2.5	освоение принципов построения, способов и технических средств реализации систем управления скоростью и положением электроприводов;
1.2.6	приобретение навыков теоретического и экспериментального исследования систем управления скоростью и положением электроприводов, расчета режимов работы и параметров оборудования электромеханических комплексов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: Б1		код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.7.1
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>		
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике (ОПК-2), физике (ОПК-2), теоретическим основам электротехники (ОПК-3), теории автоматического управления (ОПК-3, ПК-1, ПК-2), теории электропривода (ОПК-2, ПВК-4), преобразовательной технике в современных технологиях (ПК-1, ПК-2), моделированию и исследованию электроприводов (ОПК-2, ПВК-4).		
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>		
Б2.П.2	Преддипломная практика	
Б3	Государственная итоговая аттестация	

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

Код и наименование компетенции	
ОПК-3	способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.
<b>Знает:</b> – принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей; <b>Умеет:</b> – разрабатывать системы управления электроприводами на основе типовых узлов, используя методы анализа и моделирования электрических цепей; <b>Владеет:</b> – способностью практического использования методов анализа и моделирования электрических цепей при синтезе систем управления электроприводами.	

ПВК-4	способность рассчитывать режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов и электроэнергетических систем.
<b>Знает:</b> – режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов; <b>Умеет:</b> – рассчитывать параметры систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов; <b>Владеет:</b> – навыками теоретического и экспериментального исследования оборудования электромеханических комплексов в различных режимах работы.	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	– принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей;
3.1.2	– режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	– разрабатывать системы управления электроприводами на основе типовых узлов, используя методы анализа и моделирования электрических цепей;
3.2.2	– рассчитывать параметры систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	– способностью практического использования методов анализа и моделирования электрических цепей при синтезе систем управления электроприводами;
3.3.2	– навыками теоретического и экспериментального исследования оборудования электромеханических комплексов в различных режимах работы.

**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	Общая характеристика систем управления электроприводов	8	23	2	–	–	8,5	10,5
2	Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	8	24	2	2	6	9,5	19,5
3	Системы модального управления электроприводами	8	25-27	4	2	6	26,5	38,5
4	Системы управления с подчиненным регулированием координат	8	28-30	4	4	12	27,5	47,5
5	Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	8	31	2	4	12	12,5	30,5
6	Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	8	32	2	2	–	5,5	9,5
7	Системы управления положением электроприводов	8	33-34	2	4	–	18,0	24,0
Итого				18	18	36	108	180

#### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1	2	3	4
<b>8 семестр</b>		<b>18</b>	<b>0</b>
<b>1. Общая характеристика систем управления электроприводов</b>		<b>2</b>	<b>0</b>
23	<p style="text-align: center;"><b>Классификация систем управления и показатели качества управления электроприводов</b></p> <p>Понятие о системах управления электроприводов. Классификация систем управления электроприводов. Показатели качества управления электроприводов.</p>	2	–
<b>2. Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики</b>		<b>2</b>	<b>0</b>
24	<p style="text-align: center;"><b>Фаззи-управление</b></p> <p>Виды функций принадлежности. Нечеткие множества и логические операции над ними. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств. Алгоритмы поиска решения.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Нечеткое управление исполнительным приводом постоянного тока.</p>	2	–
<b>3. Системы модального управления электроприводами</b>		<b>4</b>	<b>0</b>
25	<p style="text-align: center;"><b>Построение систем модального управления</b></p> <p>Общая характеристика модального управления. Структура системы с модальным управлением. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.</p>	2	–
27	<p style="text-align: center;"><b>Синтез модального регулятора для электропривода постоянного тока</b></p> <p>Структурная схема электропривода постоянного тока с модальным регулятором. Уравнения разомкнутого и замкнутого электропривода постоянного тока.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Пример синтеза модального регулятора.</p>	2	–
<b>4. Системы управления с подчиненным регулированием координат</b>		<b>4</b>	<b>0</b>
28	<p style="text-align: center;"><b>Электропривод с подчиненным регулированием</b></p> <p>Структура системы подчиненного регулирования. Функциональная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости. Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Синтез регуляторов скорости и тока в электроприводе с подчиненным регулированием.</p>	2	–
29	<p style="text-align: center;"><b>Электропривод с двухзонным регулированием</b></p> <p>Функциональная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости. Структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Линеаризованная структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.</p>	2	–

1	2	3	4
<b>5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</b>		<b>2</b>	<b>0</b>
31	<p><b>Система управления электроприводами с обратными связями</b></p> <p>Особенности систем с регулированием по отклонению. Связь передаточных функций и свойств системы управления электроприводом. Функциональные схемы систем управления электроприводами с обратной связью по скорости и обратной связью по току.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Положительная обратная связь по току.</p>	2	–
<b>6. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока</b>		<b>2</b>	<b>0</b>
32	<p><b>Системы частотно-токового управления</b></p> <p>Функциональные схемы систем ПЧ – АД при питании от источников тока на основе автономного инвертора и преобразователя частоты с непосредственной связью. Функциональная схема замкнутой системы ПЧ–АД с частотно-токовым управлением. Структурная схема системы ПЧ – АД с частотно-токовым управлением.</p>	2	–
<b>7. Системы управления положением электроприводов</b>		<b>2</b>	<b>0</b>
33	<p><b>Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления</b></p> <p>Позиционные и следящие электроприводы. Функциональная схема следящего электропривода с программным управлением. Линеаризованная математическая модель следящего электропривода.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Точностные показатели следящих электроприводов.</p>	2	–
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>	<b>0</b>

#### 4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1	2	3	4	5
<b>8 семестр</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	
<b>Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	
23	<p><b>Разработка нечеткого регулятора для управления двигателем постоянного тока</b></p> <p>Определение количества входов и выходов нечеткого контроллера. Выбор функций принадлежности и определение их параметров. Разработка правил нечеткого вывода.</p>	2	–	Проверка выполнения задания

1	2	3	4	5
<b>Системы модального управления электроприводами</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	
25	<b>Синтез модального регулятора для управления двигателем постоянного тока</b> Разработка структурной схемы электропривода с модальным регулятором. Вывод уравнений разомкнутого и замкнутого электропривода. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.	2	–	Проверка выполнения задания
<b>Системы управления с подчиненным регулированием координат</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	
26	<b>Синтез регуляторов в электроприводе с подчиненным регулированием</b> Выбор типов регуляторов скорости и тока исходя из допустимого по условию задачи статизма и требуемых показателей качества переходного процесса. Определение параметров регуляторов.	2	–	Проверка выполнения задания
27	<b>Синтез регуляторов в электроприводе с двухзонным регулированием скорости</b> Определение коэффициентов обратной связи по ЭДС, скорости и токам якоря и возбуждения. Выбор типов регуляторов ЭДС, скорости, тока и определение их параметров.	2	–	Проверка выполнения задания
<b>Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	
29	<b>Расчет системы управления электроприводом с обратной связью по скорости</b> Построение структурной схемы системы с регулятором скорости, ШИП, ДПТ и цепью обратной связи по скорости. Получение переходной характеристики по скорости и по току. Построение электромеханической характеристики системы.	2	–	Проверка выполнения задания
30	<b>Расчет системы управления электроприводом с обратной связью по току</b> Построение структурной схемы системы ШИП-Д с регулятором тока и цепью обратной связи по току. Получение переходных процессов в контуре тока при наличии и отсутствии ЭДС, а также зависимости напряжения ШИП от тока.	2	–	Проверка выполнения задания
<b>Системы управления скоростью электроприводов переменного тока</b>		<b>2</b>	<b>0</b>	
31	<b>Расчет системы ПЧ – АД с частотно-токовым управлением</b> Построение структурной схемы линеаризованной системы с частотно-токовым управлением. Определение параметров пропорционального и пропорционально-интегрального регулятора скорости.	2	–	Проверка выполнения задания

1	2	3	4	5
<b>Системы управления положением электроприводов</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	
33	<b>Расчет точностных показателей следящих электроприводов</b> Построение структурной схемы следящего электропривода с комбинированным управлением. Определение точностных показателей привода постоянного тока при различных порядках астатизма.	2	–	Проверка выполнения задания
34	<b>Расчет следящего электропривода с подчиненным регулированием координат</b> Построение структурной схемы следящего электропривода с типовой системой управления. Синтез корректирующего устройства.	2	–	Проверка выполнения задания
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	

#### 4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1	2	3	4	5
<b>6 семестр</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	
<b>Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	
23-24	Исследование системы нечеткого управления электроприводом постоянного тока.	6	3	Защита лабораторной работы
<b>Системы модального управления электроприводами</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	
25-26	Исследование системы модального управления электроприводом постоянного тока.	6	3	Защита лабораторной работы
<b>Системы управления с подчиненным регулированием координат</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	
27-28	Исследование системы подчиненного регулирования координат электропривода	6	3	Защита лабораторной работы
29-30	Исследование системы двухзонного регулирования скорости электропривода.	6	3	Защита лабораторной работы
<b>Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	
31-32	Исследование исполнительной системы с обратной связью по скорости.	6	3	Защита лабораторной работы
33-34	Исследование исполнительной системы с обратной связью по току.	6	3	Защита лабораторной работы
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	

#### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
<b>8 семестр</b>		<b>Экзамен</b>	<b>108</b>
23	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию 1	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 1	допуск к выполнению	2,5
24	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к защите лаб. работы 1	отчет, защита	2,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4,0
25	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию 2	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 2	допуск к выполнению	2,5
26	Подготовка к практическому занятию 3	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к защите лаб. работы 2	отчет, защита	2,5
27	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию 4	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 3	допуск к выполнению	2,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4,0
28	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к защите лаб. работы 3	отчет, защита	2,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4,0
29	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию 5	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 4	допуск к выполнению	2,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4,0
30	Подготовка к практическому занятию 6	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к защите лаб. работы 4	отчет, защита	2,5
31	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию 7	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 5	допуск к выполнению	2,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4,0
32	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к защите лаб. работы 5	отчет, защита	2,5
33	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию 8	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 6	допуск к выполнению	2,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4,0
34	Подготовка к практическому занятию 9	проверка выполнения задания	3,0
	Подготовка к защите лаб. работы 6	отчет, защита	2,5

## **Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплин образовательной программы высшего образования**

Цель методических рекомендаций - обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

### **1. Методические рекомендации по изучению дисциплины**

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися в библиотеке и в электронной информационно-образовательной среде.

#### **1.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний. Поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- на определенные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором в электронной информационно-образовательной среде (таблицы, графики, схемы). Данный материал характеризуется, комментируется, дополняется непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам и к лектору.

#### **1.2. Рекомендации по подготовке к практическим (лабораторным) занятиям**

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме занятия;

- в начале занятия задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задачи;

- каждую задачу доводить до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим практические занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, необходимо не позже чем в 2-недельный срок отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

### **2. Методические рекомендации по подготовке к экзамену**

При подготовке к экзамену особое внимание обратить на следующие моменты:

- необходимо стремиться не заучивать материал лекций, а улавливать логическую связь его построения, что позволяет успешно его воспринимать и отвечать на экзамене;

- в ходе изучения материала лекций следует в максимальной степени использовать знания, полученные при освоении других дисциплин;

- при проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении материала необходимо использовать рекомендованную в рабочей программе основную и дополнительную литературу.

Необходимо учитывать, что по данной дисциплине осуществляются текущий контроль знаний (в течении семестра) и промежуточная аттестация в конце семестра (экзамен).

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем собеседований в ходе приема отчетов по лабораторным работам. Студенты допускаются к экзамену только после полного выполнения и отчитывания запланированных лабораторных работ.

### **3. Методические рекомендации по работе с литературой**

При проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении разделов теоретического материала необходимо использовать учебники:

1. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М: Издательский центр “Академия”, 2006. – 304 с.

<p>2. Белов М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр “Академия”, 2004. – 576 с.</p> <p>При подготовке к практическим занятиям следует использовать учебное пособие и учебник:</p> <p>1. Романов А.В. Элементы расчета систем управления электроприводом: практикум: учеб. пособие / А.В. Романов. – Воронеж: ВГТУ, 2011. – 153 с.</p> <p>2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр “Академия”, 2006. – 272 с.</p> <p>При подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ следует использовать методические указания:</p> <p>1. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2014. – 29 с.</p> <p>2. Медведев В.А. Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения / В.А. Медведев. – Воронеж: ВГТУ, 2014. – 30 с.</p> <p>3. Ревнёв С.С. Методические указания к лабораторным работам № 4-7 по дисциплине “Исполнительные системы роботов” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения [Электронный ресурс] / С.С. Ревнёв, В.А. Трубецкой. – Воронеж: ВГТУ, 2010. – 36 с.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>информационные лекции;</b>
5.2	<b>практические занятия:</b> – совместное обсуждение вопросов лекций, – решение практических задач, связанных с профессиональной деятельностью;
5.3	<b>лабораторные работы:</b> – выполнение лабораторных работ в малых группах (ИФ), – защита выполненных работ;
5.4	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и практическим занятиям, – подготовка к выполнению лабораторных работ, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, а также промежуточной аттестации;
5.5	<b>консультации по всем вопросам учебной программы;</b>
5.6	<b>информационные технологии:</b> – личный кабинет обучающегося, – самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных,

	– использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 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	Срок выполнения
1	2	3	4	5
Общая характеристика систем управления электроприводов	Структура и классификация систем управления электроприводов	Опрос	Письменный	23 неделя
Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	Функции принадлежности и нечеткие множества, фаззи-управление	Защита лабораторной работы	Устный	24 неделя
Системы модального управления электроприводами	Построение систем модального управления, синтез модального регулятора	Защита лабораторной работы	Устный	26 неделя
Системы управления с подчиненным регулированием координат	Электропривод с подчиненным регулированием, синтез регуляторов скорости и тока	Защита лабораторной работы	Устный	28 неделя
	Электропривод с двухзонным регулированием, синтез регуляторов ЭДС, скорости и тока	Защита лабораторной работы	Устный	30 неделя
Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Система управления электроприводом с обратной связью по скорости	Защита лабораторной работы	Устный	32 неделя
	Система управления электроприводом с обратной связью по току	Защита лабораторной работы	Устный	33 неделя
Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Регулируемый электропривод с частотно-токовым управлением	Опрос	Письменный	33 неделя
Системы управления положением электроприводов	Системы управления позиционными и следящими электроприводами.	Опрос	Письменный	34 неделя

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)

<b>7.1 Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
7.1.1.1	Терехов В.М., Осипов О.И.	Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений	2006 печат.	0,59
7.1.1.2	Романов А.В., Киселева О.А.	Элементы расчета систем управления электроприводов: практикум: учеб. пособие	2011 печат.	0,57
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н.	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учеб. для вузов	2004 печат.	0,63
7.1.2.2	Соколовский Г.Г.	Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов	2006 печат.	0,53
<b>7.1.3 Методические разработки</b>				
7.1.3.1	Медведев В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения	2014 печат.	0,55
7.1.3.2	Медведев В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения	2014 печат.	0,55
7.1.3.3	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 4-7 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 электрон. ресурс	1
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде.			
7.1.4.2	Моделирование систем управления электроприводами осуществляется в среде MATLAB на персональных компьютерах.			

## 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 проведения лабораторного практикума

## Приложение 1

### Карта обеспеченности рекомендуемой литературой дисциплины “Основы систем управления электроприводами”

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Терехов В.М., Осипов О.И.	Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений	2006 печат.	0,59
Л1.2	Романов А.В., Киселева О.А.	Элементы расчета систем управления электроприводов: практикум: учеб. пособие	2011 печат.	0,57
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н.	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов	2004 печат.	0,63
Л2.2	Соколовский Г.Г.	Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов	2006 печат.	0,53
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	Медведев В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения	2014 печат.	0,55
Л3.2	Медведев В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” для студентов направления 140400.62 “Электроэнергетика и электротехника” (профиль “Электропривод и автоматика”) очной формы обучения	2014 печат.	0,55
Л3.3	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 4-7 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 электрон. ресурс	1

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

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

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине «Основы систем управления электроприводами»**

для направления подготовки  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль подготовки «Электропривод и автоматика»

Форма обучения очная

Срок обучения 4 года

**Индексированные результаты обучения**

Компетенция	Результат	Индекс
ОПК-3: способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<b>Знает:</b> – принципы построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей;	ОПК3. Р1
	<b>Умеет:</b> – разрабатывать системы управления электроприводами на основе типовых узлов, используя методы анализа и моделирования электрических цепей;	ОПК3. Р2
	<b>Владеет:</b> – способностью практического использования методов анализа и моделирования электрических цепей при синтезе систем управления электроприводами.	ОПК3. Р3
ПВК-4: способность рассчитывать режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов и электроэнергетических систем.	<b>Знает:</b> – режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов;	ПВК4. Р1
	<b>Умеет:</b> – рассчитывать параметры систем управления электроприводами в соответствии с требуемыми режимами работы оборудования электромеханических комплексов;	ПВК4. Р2
	<b>Владеет:</b> – навыками теоретического и экспериментального исследования оборудования электромеханических комплексов в различных режимах работы.	ПВК4. Р3

## Оценочные средства устного опроса

Проверяемый результат ОПК3. Р1, ОПК3. Р2, ОПК3.Р3, ПВК4. Р1, ПВК4. Р2, ПВК4.Р3

Устный опрос проводится при допуске и защите лабораторных работ и сдаче зачета.

Методика проведения: проводится в специализированной учебной лаборатории для проведения лабораторного практикума после выполнения работы по данной теме, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения опроса 5 минут, ответы даются без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

### Критерий оценки ответов:

Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;

Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос;

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;

Оценка «неудовлетворительно, не ответившему на вопросы.

### Вопросы к экзамену по дисциплине "Основы систем управления электроприводами"

1. Понятие о системах управления электроприводов.
2. Классификация систем управления электроприводов.
3. Показатели качества управления электроприводов.
4. Виды функций принадлежности.
5. Нечеткие множества и логические операции над ними.
6. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
7. Алгоритмы поиска решения.
8. Нечеткое управление исполнительным приводом постоянного тока.
9. Общая характеристика модального управления.
10. Структура системы с модальным управлением.
11. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.
12. Структурная схема электропривода постоянного тока с модальным регулятором. Уравнения разомкнутого и замкнутого электропривода постоянного тока.
13. Пример синтеза модального регулятора.
14. Структура системы подчиненного регулирования.
15. Функциональная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости.
16. Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием.
17. Синтез регуляторов скорости и тока в электроприводе с подчиненным регулированием.
18. Функциональная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.
19. Структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.
20. Линеаризованная структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.

21. Особенности систем с регулированием по отклонению.
22. Связь передаточных функций и свойств системы управления электроприводом.
23. Функциональная схема системы управления электроприводом с обратной связью по скорости.
24. Функциональная схема системы управления электроприводом с обратной связью по току.
25. Положительная обратная связь по току.
26. Варианты получения экскаваторной характеристики привода.
27. Функциональная схема системы управления электроприводом с отрицательной обратной связью по скорости и задержанной отрицательной обратной связью по току.
28. Система подчиненного регулирования с последовательным ограничением координаты тока.
29. Настройка контуров регулируемых переменных с помощью активных корректирующих устройств.
30. Передаточные функции замкнутого и разомкнутого контуров при настройке на модульный оптимум.
31. Настройка контуров регулирования тока якоря и скорости двигателя в однократно интегрирующей системе управления.
32. Передаточные функции замкнутого и разомкнутого контуров скорости электропривода при настройке на симметричный оптимум.
33. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика при различных видах настройки электропривода.
34. Принцип скалярного управления.
35. Разомкнутые системы управления асинхронного электропривода.
36. Замкнутые системы частотного управления.
37. Функциональная схема системы частотного управления АД с обратной связью по току статора.
38. Функциональная схема системы ПЧ – АД с обратной связью по скорости.
39. Структурная схема системы ПЧ – АД с обратной связью по скорости.
40. Функциональная схема системы ПЧ – АД при питании от источника тока на основе автономного инвертора.
41. Функциональная схема системы ПЧ – АД при питании от источника тока на основе преобразователя частоты с непосредственной связью.
42. Функциональная схема замкнутой системы ПЧ–АД с частотно-токовым управлением.
43. Структурная схема системы ПЧ – АД с частотно-токовым управлением.
44. Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления.
45. Функциональная схема следящего электропривода с программным управлением.
46. Структурная схема следящего электропривода.
47. Линеаризованная математическая модель следящего электропривода.
48. Точностные показатели следящих электроприводов.
49. Тахограмма и структурная схема задающего устройства позиционного электропривода.
50. Следящий и позиционный электроприводы.

**Паспорт фонда оценочных средств**  
для текущего контроля и промежуточной аттестации

**по дисциплине «Основы систем управления электроприводами»**

для направления подготовки

**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль подготовки «Электропривод и автоматика»

Форма обучения очная

Срок обучения 4 года

Раздел дисциплины	Код формируемой компетенции	Объект контроля	Форма и метод контроля	Контрольные материалы	Срок исполнения
1	2	3	4	5	6
1. Общая характеристика систем управления электроприводов	ПВК-4	Знание структуры системы управления электропривода, классификации систем управления электроприводов. Умение определять показатели качества управления электроприводов.	Письменный опрос	Конспект лекций	23 неделя
2. Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики.	ОПК-3	Знание видов функций принадлежности, логических операций над нечеткими множествами, алгоритмов поиска решения в совокупности нечетких множеств. Умение синтезировать нечеткие системы управления электроприводами, формировать функции принадлежности и разрабатывать правила нечеткого вывода. Владение навыками моделирования системы нечеткого управления электроприводом постоянного тока в среде MATLAB.	Защита лабораторной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1 в методических указаниях 7.1.3.1	24 недели
3. Системы модального управления электроприводами	ОПК-3, ПВК-4	Знание способа модального управления и структуры системы с модальным управлением. Умение разрабатывать структурную схему электропривода постоянного тока с модальным регулятором, получать уравнения разомкнутого и замкнутого электропривода постоянного тока. Владение навыками синтеза модального регулятора для электропривода постоянного тока методом стандартных уравнений.	Защита лабораторной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2 в методических указаниях 7.1.3.1	26 неделя
1	2	3	4	5	6

4. Системы управления с подчиненным регулированием координат.	ОПК-3, ПВК-4	Знание общей структуры системы подчиненного регулирования. Умение разрабатывать функциональную и структурную схемы электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости. Владение методикой синтеза регуляторов скорости и тока в электроприводе с подчиненным регулированием тока и скорости.	Защита лабораторных работ	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 3-4 в методических указаниях 7.1.3.2	30 неделя
5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока.	ОПК-3, ПВК-4	Знание особенностей систем с регулированием по отклонению, связи передаточных функций и свойств системы управления электроприводом. Умение разрабатывать структурные схемы систем управления электроприводов постоянного тока с различными обратными связями. Владение методикой синтеза регуляторов скорости и тока в электроприводах постоянного тока.	Защита лабораторных работ	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 5-6 в методических указаниях 7.1.3.3	33 неделя
6. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	ОПК-3, ПВК-4	Знание принципа скалярного управления в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе. Умение разрабатывать функциональные и структурные схемы системы частотного управления АД и системы ПЧ-АД с частотно-токовым управлением. Владение навыками расчета и настройки регуляторов скорости и тока в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе.	Письменный опрос	Конспект лекций	33 неделя
7. Системы управления положением электроприводов	ОПК-3, ПВК-4	Знание особенностей электроприводов, позиционирующих рабочий орган в определенных точках и обеспечивающих отработку заданной траектории. Умение разрабатывать функциональные и структурные схемы позиционных и следящих электроприводов. Владение методикой расчета параметров регуляторов положения, скорости и тока, обеспечивающих заданный порядок астатизма по управлению и по возмущению.	Письменный опрос	Конспект лекций	34 неделя
1	2	3	4	5	6

Промежуточная аттестация					
Разделы 1-7	ОПК-3, ПВК-4	<p>Знание принципов нечеткого, модального и подчиненного управления электроприводами, особенностей систем с внешними обратными связями по скорости и по положению.</p> <p>Умение разрабатывать функциональные и структурные схемы систем управления скоростью и положением электроприводов.</p> <p>Владение навыками настройки систем управления скоростью и положением на заданные процессы, соответствующие требованиям к электромеханическому комплексу.</p>	Устный экзамен	Вопросы к экзамену	Сессия

#### 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.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Председатель ученого совета  
факультета энергетики и  
систем управления

Бурковский А.В. \_\_\_\_\_  
(подпись)  
\_\_\_\_\_ 201 г.

**Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД**  
**Основы систем управления электроприводами**  
(наименование УМКД)

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

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

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета энергетики и систем управления  
(наименование факультета, за которым закреплена данная специальность)

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_ Бурковская Т.А.