

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, автоматики 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): 207; Часов по РПД: 207;

Часов на самостоятельную работу по УП: 193 (93 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 193 (93 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 6;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 7; Зачеты – 0; Курсовые проекты – 0;  
Курсовые работы – 0; Контрольные работы – 7.

Форма обучения: заочная;

Срок обучения: 4 года.

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах	
	7 / 10	
	УП	РПД
Лекции	6	6
Лабораторные	8	8
Практические	-	-
<b>Ауд. занятия</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>Сам. работа</b>	<b>193</b>	<b>193</b>
<b>Итого</b>	<b>207</b>	<b>207</b>

**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	7		0,5	–	–	5	5,5
2	Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	7		0,5	–	2	32	34,5
3	Системы модального управления электроприводами	7		1	–	2	34	37
4	Системы управления с подчиненным регулированием координат	7		1	–	2	38	41
5	Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	7		1	–	2	32	35
6	Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	7		1	–	–	36	37
7	Системы управления положением электроприводов	7		1	–	–	16	17
Итого				6	0	8	193	207

## 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов
1	2	3
<b>7 семестр</b>		<b>6</b>
	<p><b>Лекция 1. Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики</b></p> <p>Понятие о системах управления электроприводов. Классификация систем управления электроприводов. Показатели качества управления электроприводов.</p> <p>Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности. Описание зависимости “вход – выход” для объекта управления с помощью функций принадлежности. Нечеткие множества и логические операции над ними.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме. Особенности фаззи-управления. Нечеткое управление исполнительным приводом постоянного тока.</p>	1
	<p><b>Лекция 2. Системы модального управления электроприводами</b></p> <p>Общая характеристика модального управления. Структура системы с модальным управлением. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Структурная схема электропривода постоянного тока с модальным регулятором. Уравнения разомкнутого и замкнутого электропривода постоянного тока. Пример синтеза модального регулятора.</p>	1
	<p><b>Лекция 3. Системы управления с подчиненным регулированием координат</b></p> <p>Структура системы подчиненного регулирования. Функциональная схема электропривода с подчиненным регулированием тока и скорости. Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием. Синтез регуляторов скорости и тока в электроприводе с подчиненным регулированием.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Функциональная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости. Структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости. Линеаризованная структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.</p>	1
	<p><b>Лекция 4. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</b></p> <p>Особенности систем с регулированием по отклонению. Связь передаточных функций и свойств системы управления электроприводом. Функциональные схемы систем управления электроприводом с обратной связью по скорости и по току. Положительная обратная связь по току.</p> <p>Варианты получения экскаваторной характеристики привода. Функциональная схема системы управления электроприводом с отрицательной обратной связью по скорости и задержанной отрицательной обратной связью по току.</p>	1

1	2	3
	<p><u>Самостоятельное изучение.</u> Настройка контуров регулируемых переменных с помощью активных корректирующих устройств. Передаточные функции замкнутого и разомкнутого контуров при настройке на модульный оптимум.</p> <p>Настройка контуров регулирования тока якоря и скорости двигателя в однократно интегрирующей системе управления. Передаточные функции замкнутого и разомкнутого контуров скорости электропривода при настройке на симметричный оптимум.</p>	
	<p><b>Лекция 5. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока</b></p> <p>Принцип скалярного управления. Разомкнутые системы управления асинхронного электропривода. Замкнутые системы частотного управления. Функциональная схема системы частотного управления АД с обратной связью по току статора. Функциональная схема системы ПЧ – АД с обратной связью по скорости. Структурная схема системы ПЧ – АД с обратной связью по скорости.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> 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>	1
	<p><b>Лекция 6. Системы управления положением электроприводов</b></p> <p>Позиционные и следящие электроприводы. Функциональная схема следящего электропривода с программным управлением. Линеаризованная математическая модель следящего электропривода. Точностные показатели следящих электроприводов.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Оптимальная по быстродействию тахограмма позиционного электропривода. Структурная схема задающего устройства позиционного электропривода. Структурная схема следящего электропривода с подчиненным регулированием положения, скорости и тока.</p>	1
<b>Итого часов</b>		<b>6</b>

#### 4.2 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине “Основы систем управления электроприводами” учебным планом не предусмотрены.

#### 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>7 семестр</b>		<b>8</b>		
<b>Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики</b>		<b>2</b>		
	Исследование системы нечеткого управления электроприводом постоянного тока.	2		Защита лабораторной работы

1	2	3	4	5
<b>Системы модального управления электроприводами</b>		<b>2</b>		
	Исследование системы модального управления электроприводом постоянного тока.	2		Защита лабораторной работы
<b>Системы управления с подчиненным регулированием координат</b>		<b>2</b>		
	Исследование системы подчиненного регулирования координат электропривода	2		Защита лабораторной работы
<b>Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</b>		<b>2</b>		
	Исследование системы двухзонного регулирования скорости электропривода.	2		Защита лабораторной работы
<b>Итого часов</b>		<b>8</b>		

#### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Конспекты лекций, список литературы и темы для самостоятельного изучения приведены в электронной информационно-образовательной среде ВГТУ

#### 4.5 Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины “Основы СУЭП”

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

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.

##### 4.5.1 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:

- перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на лабораторных занятиях.

##### 4.5.2. Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям

Подготовка к выполнению лабораторных работ оценивается по факту выполнения предварительных расчетов и изучения теоретических сведений. Для допуска к выполнению лабораторной работы, необходимо представить преподавателю результаты предварительных расчетов, которые являются составной частью отчета.

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются только после проведения преподавателем инструктажа по технике безопасности и пожарной безопасности с записью об этом в соответствующем журнале и личной росписью в нем каждого студента. Все работы по сборке схем или их изменению должны проводиться только при отключенном напряжении.

Все схемы в отчете должны быть выполнены по государственному стандарту и правилам ЕСКД с помощью чертежных инструментов. Графики и диаграммы чертят в масштабе на миллиметровой бумаге.

При защите лабораторных работ студент должен показать практические навыки выполнения лабораторных исследований и проведения расчетов, а также теоретические знания, отвечая на вопросы преподавателя.

#### **4.5.3. 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 и промежуточная аттестация (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.

#### **4.5.4. Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий (контрольные работы)**

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

Контрольные работы выдаются после рассмотрения соответствующего материала на лекции и выполнения лабораторных работ на аналогичную тему. Защита КР, в первую очередь, направлена на выяснение, выполнена ли работа самостоятельно или помощь была слишком значимой. В последнем случае работа может быть заменена на другую. При самостоятельном выполнении лабораторных выполнение контрольной работы не вызывает затруднений.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на консультациях неясные вопросы;
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

#### **4.5.5. 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.

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.

При выполнении контрольной работы следует использовать учебное пособие и учебник:

1. Романов А.В. Элементы расчета систем управления электроприводом: практикум: учеб. пособие / А.В. Романов, О.А. Киселева. – Воронеж: ВГТУ, 2011. – 153 с.

2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр “Академия”, 2006. – 272 с.

При подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ следует использовать методические указания:



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.

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.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>информационные лекции;</b>
5.3	<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>
5.4	<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>– подготовка отчетов по лабораторным работам,</li> <li>– выполнение контрольной работы;</li> <li>– подготовка к текущему контролю успеваемости;</li> </ul>
5.5	<b>консультации</b> по всем вопросам учебной программы;
5.6	<b>информационные технологии:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– личный кабинет обучающегося,</li> <li>– самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных,</li> <li>– использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.</li> </ul>

## 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
1. Общая характеристика систем управления электроприводов	Структура и классификация систем управления электроприводов	Опрос	Письменный	7 семестр
	Функции принадлежности и нечеткие множества, фаззи-управление	Защита лабораторной работы	Устный	7 семестр

2. Логические системы управления электроприводами на основе фаззи-логики	Анализ и моделирование системы нечеткого управления электроприводом	Выполнение и защита КР	Письменный	7 семестр
1	2	3	4	5
3. Системы модального управления электроприводами	Построение систем модального управления, синтез модального регулятора	Защита лабораторной работы	Устный	7 семестр
	Синтез и моделирование системы модального управления электроприводом	Выполнение и защита КР	Письменный	7 семестр
4. Системы управления с подчиненным регулированием координат	Электропривод с подчиненным регулированием, синтез регуляторов скорости и тока	Защита лабораторной работы	Устный	7 семестр
	Разработка, расчет и моделирование системы подчиненного управления	Выполнение и защита КР	Письменный	7 семестр
5. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Системы управления электроприводами с обратной связью по скорости и по току	Защита лабораторной работы	Устный	7 семестр
	Разработка, анализ и моделирование электропривода постоянного тока	Выполнение и защита КР	Письменный	7 семестр
6. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Системы скалярного управления частотно-регулируемого электропривода	Опрос	Письменный	7 семестр
	Построения и моделирование системы управления электроприводом переменного тока	Выполнение и защита КР	Письменный	7 семестр
7. Системы управления положением электроприводов	Системы управления позиционных и следящих электроприводов.	Опрос	Письменный	7 семестр

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.

<b>6.1</b>	<b>Контрольные вопросы и задания</b>
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: <ul style="list-style-type: none"> <li>– контрольная письменная работа;</li> <li>– отчет и защита выполненных лабораторных работ.</li> </ul>

<b>6.2</b>	<b>Темы контрольных работ</b>
<b>7 семестр</b>	
6.2.1	Контрольная работа по теме «Разработка и моделирование системы управления электроприводом»

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

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<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.	0,60
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
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ и конспекты лекций представлены в электронной информационно-образовательной среде.			
7.1.4.2	Моделирование систем управления электроприводами осуществляется в среде MATLAB			

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

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Специализированная учебная лаборатория для проведения лабораторного практикума

## Приложение 1

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой**  
**по дисциплине «Основы систем управления электроприводами»**  
 для направления подготовки  
 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
 Профиль подготовки «Электропривод и автоматика»  
 Форма обучения – заочная. Срок обучения – 4 года.

№ 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.	0,60
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

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 заочная

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

## 1. Оценочные средства по контрольным работам

Контрольная работа

Задание	Проверяемый результат	Максимальный балл
Задание 1	ОПК3. Р1, ПВК4. Р1	3
Задание 2	ОПК3. Р3, ПВК4. Р2	3
Задание 3	ОПК3. Р2, ПВК4. Р3	3
Задание 4	ОПК3. Р2, ПВК4. Р2	3
Задание 5	ОПК3. Р1, ПВК4. Р2	3
Итоговый балл		15

**3** – задача решена верно;

**2** – имеются незначительные арифметические или логические ошибки;

**1** – задача не решена полностью, но имеется правильный подход к решению;

**0** – в остальных случаях.

**Шкала оценивания:** если хотя бы по одной задаче получено 0 баллов, то оценка 2, в противном случае:

Итоговый балл	0-5	6-10	11-13	14-15
Оценка	2	3	4	5

**Методика проведения:** проводится в специализированной учебной лаборатории во время для самостоятельной работы, используется письменный метод контроля, применяется фронтальная форма, время выполнения задания 3 месяца, задания выполняются с использованием справочной литературы и средств коммуникации; результат сообщается на следующем по расписанию занятии по дисциплине «Основы СУЭП».

## 2. 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.

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. Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности.
5. Описание зависимости “вход – выход” для объекта управления с помощью функций принадлежности.
6. Нечеткие множества и логические операции над ними.
7. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
8. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно.
9. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме. Особенности фаззи-управления.
10. Нечеткое управление исполнительным приводом постоянного тока.
11. Общая характеристика модального управления. Структура системы с модальным управлением.
12. Синтез модального регулятора методом стандартных уравнений.
13. Структурная схема электропривода постоянного тока с модальным регулятором.
14. Уравнения разомкнутого и замкнутого электропривода постоянного тока.
15. Пример синтеза модального регулятора.
16. Структура системы подчиненного регулирования.
17. Функциональная схема электропривода постоянного тока с подчиненным регулированием тока и скорости.
18. Структурная схема электропривода с подчиненным регулированием.
19. Синтез регулятора тока в электроприводе с подчиненным регулированием.
20. Синтез регулятора скорости в электроприводе с подчиненным регулированием.
21. Пример синтеза регуляторов тока и скорости в системе подчиненного регулирования.
22. Функциональная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.
23. Структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.
24. Линеаризованная структурная схема электропривода с двухзонным регулированием скорости.
25. Особенности систем с регулированием по отклонению. Связь передаточных функций и свойств системы управления электроприводом.
26. Функциональная схема системы управления электроприводом с обратной связью по скорости.
27. Функциональная схема системы управления электроприводом с обратной связью по току. Положительная обратная связь по току.
28. Варианты получения экскаваторной характеристики привода.
29. Функциональная схема системы управления электроприводом с отрицательной обратной связью по скорости и задержанной отрицательной обратной связью по току.
30. Настройка контуров регулируемых переменных с помощью активных корректирующих устройств.
31. Передаточные функции замкнутого и разомкнутого контуров при настройке на модульный оптимум.
32. Настройка контуров регулирования тока якоря и скорости двигателя в однократно интегрирующей системе управления.
33. Передаточные функции замкнутого и разомкнутого контуров скорости электропривода при настройке на симметричный оптимум.
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. Функциональные схемы систем ПЧ – АД при питании от источников тока на основе автономного инвертора и преобразователя частоты с непосредственной связью.
41. Функциональная схема замкнутой системы ПЧ–АД с частотно-токовым управлением.
42. Структурная схема системы ПЧ – АД с частотно-токовым управлением.
43. Позиционные и следящие электроприводы.
44. Функциональная схема следящего электропривода с программным управлением.
45. Линеаризованная математическая модель следящего электропривода.
46. Точностные показатели следящих электроприводов.
47. Оптимальная по быстродействию тахограмма позиционного электропривода.
48. Структурная схема задающего устройства позиционного электропривода.
49. Структурная схема следящего электропривода с подчиненным регулированием положения, скорости и тока.

для текущего контроля и промежуточной аттестации  
дисциплины «Основы систем управления электроприводами»  
для направления подготовки

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

профиль подготовки **Электропривод и автоматика**

Форма обучения заочная

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	7 семестр
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. Выполнение и защита контрольной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1 в методических указаниях 7.1.3.1. Контрольная работа	7 семестр
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. Выполнение и защита контрольной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2 в методических указаниях 7.1.3.1. Контрольная работа	7 семестр
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 лабораторной работы. Выполнение и защита контрольной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3 в методических указаниях 7.1.3.2. Контрольная работа	7 семестр
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 однократно интегрирующей и двукратно интегрирующей системе.	Защита лабораторной работы. Выполнение и защита контрольной работы	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 4 в методических указаниях 7.1.3.1. Контрольная работа	7 семестр
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. Выполнение и защита контрольной работы	Конспект лекций. Контрольная работа	7 семестр
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	7 семестр
1	2	3	4	5	6

Промежуточная аттестация					
Разделы 1-7	ОПК-3, ПВК-4	Знание принципов нечеткого, модального и подчиненного управления электроприводами. Умение разрабатывать функциональные и структурные схемы электроприводов постоянного и переменного тока с различными принципами управления. Владение навыками расчета параметров структурных схем, обеспечивающих настройку систем управления электроприводов постоянного тока на заданные процессы, соответствующие требованиям к электромеханическому комплексу.	Экзамен	Вопросы к экзамену	Сессия

Критерии оценки контрольных заданий:

отлично – задание выполнено полностью и правильно;

хорошо – задание выполнено полностью, но имеются погрешности;

удовлетворительно – задание выполнено не полностью, но демонстрируется правильный подход к решению;

неудовлетворительно – в остальных случаях.

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.