

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  
факультета энергетики и систем управления

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

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

Для направления подготовки (специальности)

15.03.06 "Мехатроника и робототехника"

(код, наименование )

Профиль подготовки (специализация) Промышленная и специальная робототехника

(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная

Срок обучения нормативный

Кафедра электропривода, автоматике и управления в технических системах

(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Медведев В.А., кандидат технических наук

(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании

методической комиссии факультета энергетики и систем управления

(наименование факультета)

Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

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

Воронеж 2015 г.

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  
 факультета энергетики и систем управления

\_\_\_\_\_ А.В. Бурковский

(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике**

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

**Направление подготовки (специальности):**

15.03.06 "Мехатроника и робототехника"

(код, наименование)

**Профиль:** Промышленная и специальная робототехника

(название профиля по УП)

**Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180;**

**Часов по УП (без учета часов на экзамены): 144; Часов по РПД: 144;**

**Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 8**

**Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 8**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 90 (63 %);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 90 (63 %)**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;**

**Виды контроля в семестрах:** Экзамены - 6 семестр; 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																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											36	36					36	36
Лабораторные											18	18					18	18
Практические											-	-					-	-
Ауд. занятия											54	54					54	54
Сам. работа											90	90					90	90
<b>Итого</b>											144	144					144	144

**Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 206.**

**Программу составил:** \_\_\_\_\_ к.т.н., Медведев В.А.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

**Рецензент (ы):** \_\_\_\_\_ Трубецкой В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника", профиль Промышленная и специальная робототехника.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2015 г.

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

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p><b>Целью изучения дисциплины является</b> базовая подготовка студентов направления 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”, профиль “Промышленная и специальная робототехника”, в области современных систем управления роботами и РТС, основанных на применении аппарата нечеткой логики и нейронных сетей.</p> <p>Изучение дисциплины должно содействовать формированию у студентов владения физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем; способности составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей.</p>
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	изучение теории нечетких множеств, правил выполнения логических операций над нечеткими множествами;
1.2.2	освоение методов нечеткой логики и нейронных сетей, используемых для управления;
1.2.3	изучение структуры и математических моделей нейрона, персептрона, однослойных и многослойных нейронных сетей, реализуя модели средствами вычислительной техники;
1.2.4	ознакомление студентов со структурой экспертных систем, способами обработки информации в экспертных системах.
1.2.5	приобретение навыков составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1		код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.8.1
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>		
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике, дискретной математике, информатике, физике, теоретической механике, вычислительной технике, электротехнике, электронным устройствам мехатронных и робототехнических систем, информационным устройствам и системам в робототехнике.		
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>		
Б1.Б.16	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем	
Б1.В.ОД.13	Проектирование роботов и робототехнических систем	
Б1.В.ОД.16	Моделирование роботов и робототехнических систем	
Б1.В.ДВ.11.1	Исполнительные системы роботов	

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

Код и наименование компетенции	
1	2
ОПК-2	Владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.
ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

## В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	методы теории нечетких множеств, нечеткой логики и нечеткого управления объектами, имеющими неполное математическое описание;
3.1.2	принципы построения и обучения сетей на основе нейронов, однослойных и многослойных персептронов;
3.1.3	структуру и принцип работы статической экспертной системы, механизмы поиска решений в пространстве состояний;
3.1.4	структурную схему и последовательность логического вывода в интеллектуальной системе управления робота.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	синтезировать логические модели управления робототехническими и мехатронными объектами, применяя методы нечеткой логики;
3.2.2	формировать и обучать нейронные сети для различных задач управления объектами робототехники, применяя методы математического анализа и моделирования;
3.2.3	разрабатывать простейшие экспертные системы, используя основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методами управления на основе нечеткой логики, применяя физико-математический аппарат, необходимый для описания мехатронных и робототехнических систем;
3.3.2	навыками разработки нейронных сетей и программных средств их реализации на цифровой вычислительной технике.

## 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	Принципы построения интеллектуальных систем управления	6	1-2	4	–	–	11,0	15,0
2	Методы нечеткой логики в интеллектуальных системах	6	3-8	12	–	8	27,0	47,0
3	Нейронные сети в системах искусственного интеллекта	6	9-15	14	–	10	29,5	53,5
4	Экспертные системы	6	16-18	6	–	–	22,5	28,5
Итого				36	–	18	90	144

## 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>36</b>	<b>8</b>
<b>1. Принципы построения интеллектуальных систем управления</b>		<b>4</b>	<b>0</b>
1	<p style="text-align: center;"><b>Основные понятия интеллектуальных систем</b></p> <p>Определения искусственного интеллекта, адаптивной системы, интеллектуальной системы, знания. Процесс логического вывода в интеллектуальной системе. Структура и функции интеллектуальной системы управления робота.</p>	2	–
2	<p style="text-align: center;"><b>Системы представления знаний</b></p> <p>Фреймы. Механизм представления знаний в виде фреймов. Определение предиката. Примеры предикатов. Алфавит логики предикатов. Исчисление предикатов.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Базы знаний. Системы продукции.</p>	2	–
<b>2. Методы нечеткой логики в интеллектуальных системах</b>		<b>12</b>	<b>4</b>
3	<p style="text-align: center;"><b>Функции принадлежности и нечеткие множества</b></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. Свойства операций над нечеткими множествами.</p>	2	2
4	<p style="text-align: center;"><b>Фаззи-управление</b></p> <p>Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме. Особенности фаззи-управления.</p>	2	–
5	<p style="text-align: center;"><b>Нечеткое управление исполнительным приводом и манипулятором робота</b></p> <p>Функциональная схема нечеткой системы управления приводом постоянного тока. Функции принадлежности фаззи-контроллера. Математическое описание робота с нечеткой системой управления. Правила нечеткого управления.</p>	2	2
6	<p style="text-align: center;"><b>Нечеткое моделирование в системе MATLAB</b></p> <p>Графические средства, используемые в системе нечеткого вывода в интерактивном режиме. Редакторы систем нечеткого вывода, функций принадлежности и правил системы нечеткого вывода.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Просмотрщик правил системы нечеткого вывода.</p>	2	–

1	2	3	4
7	<p><b>Управление динамическим объектом на основе технологии нечеткой логики</b></p> <p>Синтез нечеткого регулятора для электропривода робота "РОБАС-SCARA". Кинематическая схема манипулятора. Функции принадлежности нечеткого регулятора. Продукционные правила. Процессы управления в системах с нечетким регулятором и классическим ПИД- регулятором.</p>	2	–
8	<p><b>Использование методов нечеткой логики для управления роботами в среде с препятствиями</b></p> <p>Обобщенная структура управления роботом. Моделирование перемещений робота с уклонением от подвижного препятствия. Задача перемещения манипулятора с уклонением от препятствия на плоскости. Функции принадлежности лингвистических переменных.</p>	2	–
<b>3. Нейронные сети в системах искусственного интеллекта</b>		<b>14</b>	<b>4</b>
9	<p><b>Нейронные сети</b></p> <p>Структура и математическая модель искусственного нейрона. Виды функций активации нейронов. Классификация нейронных сетей. Области применения нейронных сетей.</p>	2	2
10	<p><b>Персептроны</b></p> <p>Понятие персептрона. Однослойный, двухслойный персептрон. Q-слойная нейронная сеть. Разбиение гиперпространств различной размерности с помощью персептронов. Обучение персептронных сетей.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Сети обратного и встречного распространения.</p>	2	–
11	<p><b>Сети с обратными связями</b></p> <p>Структурная схема сети Хопфилда. Задача, решаемая сетью Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда. Сеть Хэмминга. Алгоритм функционирования сети Хэмминга.</p>	2	2
12	<p><b>Реализация нейронных сетей</b></p> <p>Структура нейронной сети с радиальными базисными функциями. Коллективы нейронных сетей. Аппаратно-программные средства реализации нейронных сетей для задач робототехники.</p>	2	–
13	<p><b>Моделирование нейронных сетей в системе MATLAB</b></p> <p>Функции активации и обучения нейронных сетей. Функции создания и использования нейронных сетей в системе MATLAB. Этапы реализации нейронно-сетевых подходов.</p>	2	–
1	2	3	4

14	<p><b>Управление движением манипуляционных роботов на базе нейросетевых структур</b></p> <p>Обобщенная структура нейросетевой системы тактического уровня управления роботом с элементами самообучения. Минимизация рассогласования текущего и целевого положений манипулятора с учетом удаления от препятствия.</p>	2	–
15	<p><b>Управление движением высокоточного сборочного робота на основе ассоциативной памяти</b></p> <p>Иерархическая схема интеллектуальной системы управления I рода. Структурная схема системы управления сборочного робота. Функциональная схема интеллектуальной системы управления с блоком обучения на выполняемый технологический процесс.</p>	2	–
<b>4. Экспертные системы</b>		<b>6</b>	<b>0</b>
16	<p><b>Структура и классификация экспертных систем</b></p> <p>Определение экспертной системы. Продукционные правила. Последовательность действий интерпретатора. Структура экспертной системы. Классификация экспертных систем. Статические и динамические экспертные системы.</p>	2	–
17	<p><b>Последовательность разработки и вывода в экспертных системах</b></p> <p>Последовательность разработки экспертной системы. Механизм вывода в экспертных системах. Задачи планирования последовательности действий.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Алгоритмы поиска решений.</p>	2	–
18	<p><b>Методы поиска решений в экспертных системах</b></p> <p>Поиск решения в пространстве состояний. Поиск в фиксированном множестве пространств. Поиск в изменяющемся множестве пространств. Поиск решения в альтернативных пространствах.</p> <p><b>Коллоквиум</b></p>	2	–
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>	<b>8</b>

#### 4.2 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине “Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике” учебным планом не предусмотрены.

#### 4.3 Лабораторные работы



Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>6 семестр</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	
<b>Методы нечеткой логики в интеллектуальных системах</b>		<b>8</b>	–	
1-4	Нечеткое управление исполнительным приводом робота.	4	–	Защита лабораторной работы
5-8	Нечеткое управление манипулятором.	4	–	Защита лабораторной работы
<b>Нейронные сети в системах искусственного интеллекта</b>		<b>10</b>	–	
9-12	Исследование элементов нейронной сети.	4	–	Защита лабораторной работы
13-18	Исследование нейронной сети в пакете MATLAB.	6	–	Защита лабораторной работы
<b>Итого часов</b>		<b>18</b>	<b>0</b>	

#### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
<b>6 семестр</b>		<b>Экзамен</b>	<b>90</b>
1	Подготовка к выполнению лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
2	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
3	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
4	Подготовка к защите лаб. работы 1	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
5	Подготовка к выполнению лаб. работы 2	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
6	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
7	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
8	Подготовка к защите лаб. работы 2	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
9	Подготовка к выполнению лаб. работы 3	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
10	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
1	2	3	4

11	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
12	Подготовка к защите лаб. работы 3	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
13	Подготовка к выполнению лаб. работы 4	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
14	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
15	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
16	Подготовка к защите лаб. работы 4	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
17	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
18	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к коллоквиуму	Коллоквиум	8,0

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Лекции:</b> Информационные, проблемные (ИФ);
5.2	<b>лабораторные работы:</b> – выполнение лабораторных работ, – защита выполненных работ;
5.3	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к коллоквиуму, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену;
5.4	<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: – коллоквиум; – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы к коллоквиуму, вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств 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	Годы издания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1	2	3	4	5
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
7.1.1.1	Медведев В.А.	Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике, ВГТУ	2015 печат.	0,4
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Зайцев А.И., Сташнев В.Л., Бурковский А.В.	Нечеткое управление сложными техническими системами и комплексами	2003 печат.	0,2
7.1.2.2	Рутковская Д.	Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы	2004 печат.	0,2
<b>7.1.3 Методические разработки</b>				
7.1.3.1	Медведев В.А.	Методы нечеткой логики в робототехнике: методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине “Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике” для студентов направления 221000.62 “Мехатроника и робототехника” (профиль “Промышленная и специальная робототехника”) очной формы обучения	2013 электрон. ресурс	1
7.1.3.2	Медведев В.А.	Нейронные сети: методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине “Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике” для студентов направления 221000.62 “Мехатроника и робототехника” (профиль “Промышленная и специальная робототехника”) очной формы обучения	2013 электрон. ресурс	1
7.1.3.3	Медведев В.А., Ефремов Д.А.	Нечеткое управление роботами: методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине "Методы искусственного интеллекта" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2010 печат.	0,4
	Медведев В.А., Ефремов Д.А.	Нейронные сети: методические указания к лабораторным работам № 3-4 по дисциплине "Методы искусственного интеллекта" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2011 печат.	0,4

<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>	
7.1.4.1	<a href="http://www.vorstu.ru/structura/library/">http://www.vorstu.ru/structura/library/</a>
7.1.4.2	<p><b>Компьютерные программы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DRIVE – программная модель для исследования динамики исполнительного привода постоянного тока с фаззи-регулятором;</li> <li>2. ROBOT – программная модель для исследования динамики робота с нечетким управлением;</li> <li>3. MATLAB 7.5 – интегрированная среда для исследования систем нечеткой логики и нейронных сетей.</li> </ol>

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

<b>8.1</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой</b>
<b>8.2</b>	<b>Специализированная учебная лаборатория робототехнических систем</b>

## Приложение 1

### Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Медведев В.А.	Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике, ВГТУ	2015 печат.	0,4
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Зайцев А.И., Сташнев В.Л., Бурковский А.В.	Нечеткое управление сложными техническими системами и комплексами	2003 печат.	0,2
Л2.2	Рутковская Д.	Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы	2004 печат.	0,2
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	Медведев В.А.	Методы нечеткой логики в робототехнике: методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине "Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике" для студентов направления 221000.62 "Мехатроника и робототехника" (профиль "Промышленная и специальная робототехника") очной формы обучения	2013 электрон. ресурс	1
Л3.2	Медведев В.А.	Нейронные сети: методические указания к лабораторным работам № 3, 4 по дисциплине "Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике" для студентов направления 221000.62 "Мехатроника и робототехника" (профиль "Промышленная и специальная робототехника") очной формы обучения	2013 электрон. ресурс	1
Л3.3	Медведев В.А., Ефремов Д.А.	Нечеткое управление роботами: методические указания к лабораторным работам № 1, 2 по дисциплине "Методы искусственного интеллекта" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2010 печат.	0,4
Л3.4	Медведев В.А., Ефремов Д.А.	Нейронные сети: методические указания к лабораторным работам № 3-4 по дисциплине "Методы искусственного интеллекта" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2011 печат.	0,4

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

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

## Приложение 2

### Фонд оценочных средств

#### Вопросы к коллоквиуму по дисциплине "Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике"

1. Определения искусственного интеллекта, адаптивной системы, интеллектуальной системы, знания. Процесс логического вывода в интеллектуальной системе.
2. Структура и функции интеллектуальной системы управления робота.
3. Фреймы. Механизм представления знаний в виде фреймов.
4. Определение предиката. Примеры предикатов. Алфавит логики предикатов. Исчисление предикатов.
5. Виды функций принадлежности.
6. Нечеткие множества и логические операции над ними.
7. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
8. Алгоритмы поиска решения.
9. Фаззи-управление.
10. Нечеткое управление исполнительным приводом робота.
11. Математическое описание робота с нечеткой системой управления.
12. Нечеткое моделирование в системе MATLAB.
13. Редакторы систем нечеткого вывода, функций принадлежности и правил системы нечеткого вывода.
14. Синтез нечеткого регулятора для электропривода робота "РОБАС-SCARA". Кинематическая схема манипулятора.
15. Функции принадлежности нечеткого регулятора. Продукционные правила.
16. Процессы управления в системах с нечетким регулятором и классическим ПИД- регулятором.
17. Структура и математическая модель искусственного нейрона.
18. Функции активации нейронов.
19. Классификация и области применения нейронных сетей.
20. Однослойный, двухслойный персептрон.
21. Q-слойная нейронная сеть.
22. Разбиение гиперпространства с помощью персептрона.
23. Сеть Хопфилда.
24. Сеть Хэмминга.
25. Вероятностные сети.
26. Коллективы нейронных сетей.
27. Аппаратно-программные средства реализации нейронных сетей.
28. Создание однонаправленной сети.
29. Определение и структура экспертной системы.
30. Классификация экспертных систем.
31. Технология разработки экспертных систем.
32. Механизм вывода в экспертных системах.
33. Поиск решения в пространстве состояний.
34. Поиск решения в изменяющемся множестве пространств.
35. Поиск решения альтернативных пространствах.

Вопросы к экзамену  
по дисциплине "Методы нечеткой логики и нейросетевого управления  
в робототехнике"

1. Лингвистические переменные. Виды функций принадлежности. Описание зависимости “вход – выход” для объекта управления с помощью функций принадлежности.
2. Нечеткие множества и логические операции над ними. Свойства операций над нечеткими множествами.
3. Порядок поиска решения в совокупности нечетких множеств.
4. Алгоритмы поиска решения Мамдани и Сугэно.
5. Условие устойчивости релейно-управляемой системы в расширенной форме. Особенности фаззи-управления.
6. Функциональная схема нечеткой системы управления приводом постоянного тока. Функции принадлежности фаззи-контроллера.
7. Математическое описание робота с нечеткой системой управления. Правила нечеткого управления.
8. Графические средства, используемые в системе нечеткого вывода в интерактивном режиме.
9. Редакторы систем нечеткого вывода, функций принадлежности и правил системы нечеткого вывода.
10. Обобщенная структура управления роботом. Моделирование перемещений робота с уклонением от подвижного препятствия.
11. Задача перемещения манипулятора с уклонением от препятствия на плоскости. Функции принадлежности лингвистических переменных.
12. Структура и модель искусственного нейрона. Виды функций активации нейронов.
13. Классификация нейронных сетей. Области применения нейронных сетей.
14. Понятие персептрона. Однослойный, двухслойный персептрон. Q-слойная нейронная сеть.
15. Разбиение гиперпространств различной размерности с помощью персептронов.
16. Обучение персептронных сетей.
17. Структурная схема сети Хопфилда. Алгоритм функционирования сети Хопфилда.
18. Сеть Хэмминга. Алгоритм функционирования сети Хэмминга.
19. Структура нейронной сети с радиальными базисными функциями.
20. Коллективы нейронных сетей.
21. Аппаратно-программные средства реализации нейронных сетей для задач робототехники.
22. Обобщенная структура нейросетевой системы тактического уровня управления роботом с элементами самообучения.
23. Минимизация рассогласования текущего и целевого положений манипулятора с учетом удаления от препятствия.
24. Иерархическая схема интеллектуальной системы управления I рода. Структурная схема системы управления сборочного робота.
25. Функциональная схема интеллектуальной системы управления с блоком обучения на выполняемый технологический процесс.
26. Определение экспертной системы. Продукционные правила. Последовательность действий интерпретатора. Структура экспертной системы.
27. Классификация экспертных систем. Статические и динамические экспертные системы.
28. Последовательность разработки экспертной системы.
29. Механизм вывода в экспертных системах.
30. Поиск в фиксированном множестве пространств.
31. Поиск в изменяющемся множестве пространств.
32. Поиск решения в альтернативных пространствах.

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля  
и промежуточной аттестации

Раздел дисциплины	Код формируемой компетенции	Объект контроля	Форма и методика контроля	Контрольные материалы	Срок исполнения
1	2	3	4	5	6
1. Принципы построения интеллектуальных систем управления	ПК-1	Знание основных понятий интеллектуальных систем, структуры и функций интеллектуальной системы управления робота. Умение представлять знания в виде фреймов, предикатов, системы productions, семантических сетей.	Коллоквиум	Вопросы к коллоквиуму 1-4	1-2 недели
2. Методы нечеткой логики в интеллектуальных системах.	ОПК-2, ПК-1	Знание видов функций принадлежности, логических операций над нечеткими множествами, алгоритмов поиска решения в совокупности нечетких множеств. Умение синтезировать нечеткие системы управления роботами, формировать функции принадлежности и разрабатывать правила нечеткого вывода. Владение навыками моделирования систем нечеткого вывода в среде MATLAB.	Защита лабораторных работ. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 1, 2 в методических указаниях 7.1.3.1. Вопросы к коллоквиуму 5-16	3-8 недели
3. Нейронные сети в системах искусственного интеллекта	ОПК-2, ПК-1	Знание структуры искусственного нейрона, функций активации нейронов, различных видов нейронных сетей. Умение разрабатывать системы управления движением манипуляционных роботов на базе нейросетевых структур. Владение навыками моделирования нейронных сетей в среде MATLAB.	Защита лабораторных работ. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 3, 4 в методических указаниях 7.1.3.2. Вопросы к коллоквиуму 17-28	9-15 недели
4. Экспертные системы	ПК-1	Знание определения экспертной системы, последовательность действий интерпретатора, структуры и классификации экспертных систем. Умение вести поиск решения в фиксированном, изменяющемся множестве пространств	Коллоквиум.	Вопросы к коллоквиуму 29-35	16-18 недели



		и альтернативных простран- ствах.			
1	2	3	4	5	6
Промежуточная аттестация					
Разделы 1-4	ОПК-2, ПК-1	Знание технологий нечеткой логики, нейросетевых структур и экспертных систем. Умение синтезировать нечеткие системы управления роботами, разрабатывать системы управления движением манипуляторов на базе нейросетевых структур, вести поиск решения в пространстве состояний. Владение навыками моделирования систем нечеткого вывода и нейронных сетей в среде MATLAB.	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**  
**Методы нечеткой логики и нейросетевого управления в робототехнике**  
(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.