

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

12 20 17 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Интеллектуальные системы управления электроприводами»


основной профессиональной образовательной программы  
подготовки магистров по направлению  
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»,  
профиль «Электропривод и автоматика»

Форма обучения Заочная

Технология обучения Традиционная

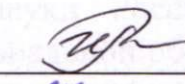
Комсомольск-на-Амуре 20\_\_

Автор рабочей программы  
доцент, канд. техн. наук, доцент

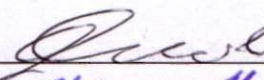
  
С.П. Черный  
« 30 » 10 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

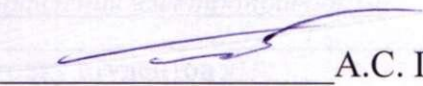
Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« 27 » 11 2017 г.

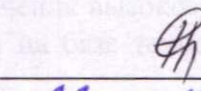
Заведующий кафедрой ЭПАПУ

  
В.А. Соловьев  
« 01 » 11 2017 г.

Декан электротехнического факультета

  
А.С. Гудим  
« 02 » 11 2017 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
Е.Е. Поздеева  
« 23 » 11 2017 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Интеллектуальные системы управления электроприводами» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.11.2014 № 1500, и основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

## 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	<i>Интеллектуальные системы управления электроприводами</i>							
Цель дисциплины	Дисциплина нацелена на подготовку студентов к: - разработке и исследованию средств и систем регулирования различного назначения с применением технологий интеллектуального управления; - исследованию с целью обеспечения высокоэффективного функционирования робототехнических систем на базе технологий производственных систем искусственного интеллекта.							
Задачи дисциплины	- обучение студентов теоретическим и практическим знаниям о функционировании интеллектуальных систем управления технологическими процессами, программном и информационном обеспечении роботизированных комплексов на базе технологии производственных систем искусственного интеллекта; - овладение приемами и методами решения конкретных задач с управлением мехатронными модулями в рамках технологии производственных систем искусственного интеллекта.							
Основные разделы дисциплины	- Способы представление знаний в интеллектуальных системах управления - Архитектура интеллектуальных систем управления - Системы управления с нечеткой логикой. - Экспертные системы							
Общая трудоемкость дисциплины	5 з.е. / 180 академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
2 семестр	12	12		–	178	/	180	
ИТОГО:		12	12		–	178	/	180

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Интеллектуальные системы управления электроприводами» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-7 способностью применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	З1(ПК-7-1) Правила разработки методик лабораторных, эксплуатационных и приемочных испытаний системы электропривода	У1(ПК-7-1) Применять основные правила методик при выработке вариантов альтернативных решений при реализации систем электропривода	Н1(ПК-7-1) Навыками корректировки параметров и узлов электропривода при выработке вариантов альтернативных решений при реализации систем электропривода
	З2(ПК-7-1) Правила технической эксплуатации систем электроприводов и технологических установок	У2(ПК-7-1) Применять современные средства управления системами электроприводов при выработке компромиссных решений	Н2(ПК-7-1) Навыками применения методов и средств управления системами электропривода при выработке компромиссных решений.

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина *«Интеллектуальные системы управления электроприводами»* изучается на 1 курсе в 2 семестре.

Дисциплина является дисциплиной по выбору входит, в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части.

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной *«Интеллектуальные системы управления электроприводами»* являются основной для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	24
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	12
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b> включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	178
Промежуточная аттестация обучающихся	" "

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
<b>Раздел 1 Анализ существующих подходов к построению интеллектуальных систем управления</b>					
<b>Тема 1.1</b> История создания искусственного интеллекта. Соперни-	Лекция	2	интерактивная лекция	ПК-7-1	31(ПК-7-1)

1	2	4	3	5	6
чающие теории при подходе к проектированию интеллектуальных систем.					
Основные научные школы искусственного интеллекта	СРС	5	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Эволюция систем управления. Сравнительный анализ традиционных и нетрадиционных объектов управления	СРС	5	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Особенности сложных объектов регулирования	СРС	8	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Принцип ситуационного управления.	СРС	8	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Особенности формализации ситуационных систем управления	СРС	8	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
<b>Текущий контроль по разделу 1</b>		Опрос			
<b>ИТОГО по разделу 1</b>	Лекции	2	–	–	–
	СРС	52	–	–	–
<b>Раздел 2 Способы представление знаний в интеллектуальных системах управления</b>					
<b>Тема 2.1</b> Фреймы. Продукционные модели.	Лекция	2	традиционная лекция	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Особенности применения	СРС	32	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Семантические сети. Предикаты.	СРС	10	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Основные недостатки	СРС	10	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
<b>Текущий контроль по разделу 2</b>		опрос	–	–	–
<b>ИТОГО</b>	Лекции	2	–	–	–

1	2	4	3	5	6
<b>по разделу 2</b>	СРС	52	–	–	–
<b>Раздел 3 Архитектура интеллектуальных систем управления</b>					
<b>Тема 3.1</b> Принципы построения структур производственных интеллектуальных систем управления	Лекция	3	интерактивная лекция	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Анализ внедрения технологии производственных систем искусственного интеллекта	СРС	8	выполнение РГР	ПК-7-1	Н1(ПК-7-1)
Архитектура интеллектуального робота.	СРС	9	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Основные системы интеллектуального робота. реализующие осмысленной поведения	СРС	9	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Определение основных подходов к реализации интеллектуальной системы управления	СРС	8	выполнение РГР	ПК-7-1	Н2(ПК-7-1)
<b>Текущий контроль по разделу 3</b>		опрос	–		
<b>ИТОГО по разделу 3</b>	Лекции	2	–	–	–
	СРС	52	–	–	–
<b>Раздел 4 Системы управления с нечеткой логикой</b>					
<b>Тема 4.1</b> Нечеткая логика. Нечеткие отношения. Понятие нечеткой и лингвистической переменной. Нечеткие операции.	Лекции	2	традиционная лекция	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Нечеткие числа.	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Основные виды функций принадлежности и способы их задания.	СРС	2	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Алгоритмы нечеткого логического вывода Мамдани, Сугено, Цукamoto, Ларсен. Нисходящие алгоритмы нечеткого логического вывода.	СРС	10	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)

1	2	4	3	5	6
Нисходящие алгоритмы нечеткого логического вывода.	СРС	6	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Мамдани в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель	Практическое занятие	4	работа с симулятором	ПК-7-1	У1(ПК-7-1)
Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Сугено в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель	Практическое занятие	4	работа с симулятором	ПК-7-1	У2(ПК-7-1)
Моделирование нечеткого логического регулятора	СРС	4	выполнение РГР	ПК-7-1	У1(ПК-7-1)
<b>Тема 4.2</b> Особенности построения нечетких систем управления для различных технологических процессов. Эффективность нечетких систем.	Лекции	2	традиционная лекция	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Структурный синтез. Повышение информативности нечеткого регулятора	Практическое занятие	4	работа с симулятором	ПК-7-1	У2(ПК-7-1)
Реализация нечеткого вывода в аналитической форме	СРС	15	выполнение РГР	ПК-7-1	Н1(ПК-7-1)
<b>Текущий контроль по разделу 4</b>		опрос	–	–	–
<b>ИТОГО по разделу 4</b>	Лекции	4	–	–	–
	Практические занятия	12	–	–	–
	СРС	39	–	–	–
<b>Раздел 5. Экспертные системы</b>					
<b>Тема 5.1</b> Статические экспертные системы	Лекции	2	интерактивная лекция	ПК-7-1	31(ПК-7-1)
Динамические экспертные системы	СРС	9	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	32(ПК-7-1)
Подходы к обработке и оценке знаний экспертов при формировании баз знаний	СРС	6	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-7-1	31(ПК-7-1)



1	2	4	3	5	6
Анализ динамических характеристик нечеткой системы управления	СРС	16	выполнение РГР	ПК-7-1	Н2(ПК-7-1)
<b>Текущий контроль по разделу 5</b>		опрос	–	–	–
<b>ИТОГО по разделу 5</b>	Лекции	2	–	–	–
	СРС	2;	–	–	–
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>		/		–	–
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	12	–	–	–
	Практические занятия	12	–	–	–
	СРС	178	–	–	–
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 180 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 15 часов					

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Интеллектуальные системы управления электроприводами», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка и оформление РГР. Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Мамдани в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель: методические указания к лабораторной работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 14 с.

2. Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Сугено в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель: методические указания к лабораторной работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 15 с.

3. Структурный синтез. Повышение информативности нечеткого регулятора: методические указания к лабораторной работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 12 с.

4. Структурный синтез САР. Коррекция САР на примере системы управления тиристорный преобразователь-двигатель: методические указания к лабораторной работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 13 с.

5. Интеллектуальная система управления электроприводом с использованием мягких вычислений: методические указания к курсовой работе / С.П. Черный, А.С. Гудим, Е.Д. Петренко, - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008. – 20 с. Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 16-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Подготовка к практическим занятиям	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32
Изучение теоретических разделов дисциплины	2	2	2	2	5	5	5	2	2	5	5	5	2	5	5	5	63
Подготовка, оформление и защита РГР	5	5	5	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	6	5	5	83
<b>ИТОГО в 2 семестре</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>178</b>

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1-5	31(ОПК-7-1), 32 (ОПК-7-1)		Правильность выполнения задания
Разделы 4	У1(ОПК-7-1), У2(ОПК-7-1)	Практические задания	Аргументированность ответов
Разделы 3-5	Н1(ОПК-7-1), Н2(ОПК-7-1)	РГР	Полнота и правильность выполнения задания

Промежуточная аттестация проводится в форме \_\_\_\_\_ " " .

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачет с оценкой</i>				
1	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	
4	РГР	в течение семестра	10 баллов	10 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные с проектом

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				8 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании 6 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования 4 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен проектировать
	ИТОГО:	-	25 баллов	-
1		Вопрос – оценивание уровня усвоенных знаний	20 баллов	20 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 15 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 10 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	ИТОГО:	-	45	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущего контроля по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)</p>				

### Задания для текущего контроля

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

*Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Мамдани в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель*

1. Дайте определение понятия нечеткое множество?

2. Что называется термом?
3. Назовите основные компоненты нечеткого регулятора?
4. Описать алгоритм работы нечеткого логического вывода Мамдани?
5. Дайте определение функции принадлежности?
6. Назовите основные виды функций принадлежностей?

*Настройка нечеткого регулятора с алгоритмом вывода Сугено в системе управления тиристорный преобразователь-двигатель*

1. Назовите основные компоненты нечеткого регулятора?
2. Описать алгоритм работы нечеткого логического вывода Сугено?
3. Дайте определение функции принадлежности?
4. Назовите основные виды функций принадлежностей?
5. Чем отличается алгоритм нечеткого логического вывода Сугено первого порядка от алгоритма нечеткого логического вывода Сугено нулевого порядка?

*Структурный синтез. Повышение информативности нечеткого регулятора*

1. Чем отличается алгоритм нечеткого логического вывода Сугено первого порядка от алгоритма нечеткого логического вывода Сугено нулевого порядка?
2. Описать алгоритм работы нечеткого логического вывода Мамдани?
3. Привести основные отличия алгоритма работы нечеткого логического вывода Мамдани от алгоритма работы нечеткого логического вывода Сугено. Указать достоинства и недостатки обоих алгоритмов.

*Структурный синтез САР. Коррекция САР на примере системы управления тиристорный преобразователь-двигатель*

1. Описать алгоритм работы нечеткого логического вывода Мамдани?
2. Описать алгоритм работы нечеткого логического вывода Сугено?
3. Описать способы коррекции динамических свойств проектируемой системы?
4. Привести основные отличия алгоритма работы нечеткого логического вывода Мамдани от алгоритма работы нечеткого логического вывода Сугено. Указать достоинства и недостатки обоих алгоритмов?

## РГР

### **«Интеллектуальная система управления электроприводом с использованием мягких вычислений»**

1 Настроить заданную систему автоматического управления (рисунок 12) на модульный или симметричный оптимум, согласно варианту задания (таблица 1, столбец 2). Номер варианта задания на РГР определяет преподаватель.

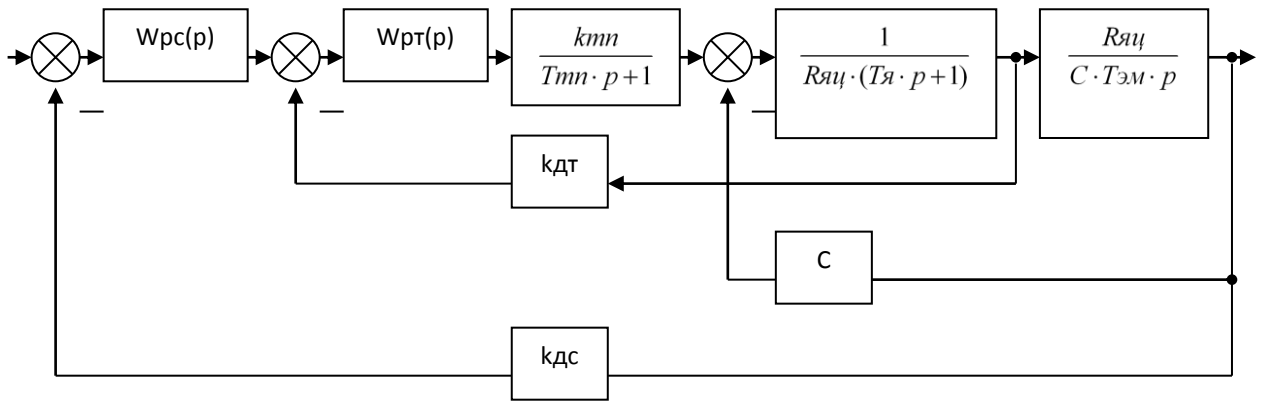


Рисунок 12 – Структурная схема системы подчиненного регулирования тиристорный преобразователь-двигатель

Структурная схема включает:

$W_{pc}(p)$  – регулятор скорости;

$W_{pt}(p)$  – регулятор тока;

$T_{я}$  – постоянная времени якорной цепи;

$T_{м}$  – электромеханическая постоянная времени;

$C$  – конструктивный коэффициент;

$к_{дт}$  – датчик тока;

$к_{дс}$  – датчик скорости.

Исходные данные:

$U_{зс} = 10$  В – задающий сигнал;

$к_{тп} = 22$  В – коэффициент передачи тиристорного преобразователя;

$T_{тп} = 0.007$  с – постоянная времени тиристорного преобразователя.

#### Двигатель: П151-5К

$R_{яц} = 0.0476$  Ом – полное активное сопротивление якорной цепи

$L_{яц} = 0.0045$  Гн – суммарная индуктивность якорной цепи

$R_{я} = 0.0122$  Ом – сопротивление якоря

$U_{н} = 440$  В – номинальное напряжение

$I_{н} = 788$  А – номинальный ток якоря

$n_{н} = 500$  об/мин – частота вращения

$J = 360$  кг·м<sup>2</sup> – суммарный момент инерции

#### Двигатель: ДП92

$R_{яц} = 0.26$  Ом – полное активное сопротивление якорной цепи

$L_{яц} = 0.0044$  Гн – суммарная индуктивность якорной цепи

$R_{я} = 0.232$  Ом – сопротивление якоря

$U_{н} = 440$  В – номинальное напряжение

$I_{н} = 335$  А – номинальный ток якоря

$n_{н} = 450$  об/мин – частота вращения

$J = 130$  кг·м<sup>2</sup> – суммарный момент инерции

**Двигатель: ДП32**

$R_{яц} = 0.26 \text{ Ом}$  – полное активное сопротивление якорной цепи

$L_{яц} = 0.0043 \text{ Гн}$  – суммарная индуктивность якорной цепи

$R_{я} = 0.232 \text{ Ом}$  – сопротивление якоря

$U_n = 220 \text{ В}$  – номинальное напряжение

$I_n = 85 \text{ А}$  – номинальный ток якоря

$n_n = 600 \text{ об/мин}$  – частота вращения

$J = 1.7 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  – суммарный момент инерции

**Двигатель: ДП42**

$R_{яц} = 0.21 \text{ Ом}$  – полное активное сопротивление якорной цепи

$L_{яц} = 0.005 \text{ Гн}$  – суммарная индуктивность якорной цепи

$R_{я} = 0.252 \text{ Ом}$  – сопротивление якоря

$U_n = 220 \text{ В}$  – номинальное напряжение

$I_n = 142 \text{ А}$  – номинальный ток якоря

$n_n = 650 \text{ об/мин}$  – частота вращения

$J = 4.2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$  – суммарный момент инерции

2 Получить и представить графики переходных процессов настроенной системы по току и скорости.

3 Исключить из системы рассчитанный регулятор тока или скорости по варианту задания (см. таблицу 1, столбец 2) путем замены его на нечеткий регулятор. Алгоритм работы регулятора (Сугено, Мамдани) определяется из таблицы 1, столбец 3.

4 Произвести предварительную настройку нечеткого регулятора, при этом входные сигналы, необходимые для работы нечеткого регулятора, выбираются согласно варианту задания (см. таблицу 1, столбец 4), получить не худшие, по сравнению с исходной настроенной классически системой, показатели качества переходных процессов.

5 Привести содержание нечеткой базы правил и распределение функций принадлежности нечеткого регулятора.

6 Представить графики переходных процессов системы с нечетким регулятором по току и скорости.

7 Путем вариации количества правил нечеткой базы, а также количеством и видом функций принадлежности улучшить качество переходных процессов системы (перерегулирование, время регулирования), по варианту задания, на указанное количество процентов (см. таблицу 1, столбец 5).

8 Привести содержание нечеткой базы правил, распределение функций принадлежности и визуализацию поверхности «входы – выход» полученного нечеткого регулятора.

9 Представить графики переходных процессов системы с нечетким регулятором по току и скорости.

10 Осуществить аналитически нечеткий вывод для произвольного значения сигнала входа нечеткого регулятора. Правильность рассуждений проверить с помощью меню *RuleViewer* (привести экранную форму).



Номер варианта	Алгоритм нечеткого логического вывода	Замена классического регулятора	Входные сигналы нечеткого регулятора	Показатель качества	Алгоритм нечеткого логического вывода	Тип двигателя
1	2	3	4	5	6	7
1	Сугено	Тока	вх., пр.вх	tпп (4%)	Мамдани	П151-5К
2	Мамдани	Тока	вх., пр.вх	tпп (6%)	Сугено	ДП92
3	Сугено	Скорости	вх., пр.вх	tпп (8%)	Мамдани	ДП32
4	Мамдани	Скорости	вх., инт.вх	tпп (10%)	Сугено	ДП42
5	Сугено	Тока	вх., инт.вх	$\sigma$ (20%)	Мамдани	П151-5К
6	Мамдани	Тока	вх., инт.вх	$\sigma$ (15%)	Сугено	ДП92
7	Сугено	Скорости	вх., пр.вх	$\sigma$ (10%)	Мамдани	ДП32
8	Мамдани	Скорости	вх., пр.вх	$\sigma$ (5%)	Сугено	ДП42
9	Сугено	Тока	вх., пр.вх	tпп (10%)	Мамдани	П151-5К
10	Мамдани	Тока	вх., инт.вх	tпп (8%)	Сугено	ДП92
11	Сугено	Скорости	вх., инт.вх	tпп (6%)	Мамдани	ДП32
12	Мамдани	Скорости	вх., инт.вх	tпп (4%)	Сугено	ДП42
13	Сугено	Тока	вх., пр.вх	$\sigma$ (5%)	Мамдани	П151-5К
14	Мамдани	Тока	вх., пр.вх	$\sigma$ (10%)	Сугено	ДП92
15	Сугено	Скорости	вх., пр.вх	$\sigma$ (15%)	Мамдани	ДП32
16	Мамдани	Скорости	вх., инт.вх	$\sigma$ (20%)	Сугено	ДП42
17	Сугено	Тока	вх., инт.вх	tпп (4)	Мамдани	П151-5К
18	Мамдани	Тока	вх., инт.вх	tпп (10)	Сугено	ДП92
19	Сугено	Скорости	вх., пр.вх	tпп (8)	Мамдани	ДП32
20	Мамдани	Скорости	вх., пр.вх	tпп (6)	Сугено	ДП42

## Задания для промежуточной аттестации

е вопросы 'к

---

1. Эволюция систем управления. Новая информационная технология в СУ производством.
2. Сравнительный анализ традиционных и нетрадиционных объектов управления. Принцип ситуационного управления.
3. Проблема представления знаний в ИСУ.
4. Представление знаний в виде фреймов.
5. Продукционные модели представления знаний.
6. Исчисление предикатов.
7. Семантические сети.
8. Принципы построения структуры производственной ИСУ. Примеры решения структурных схем.
9. Архитектура интеллектуального робота.
10. База знаний.
11. Нечеткие множества. Основные характеристики нечетких множеств.
12. Логические операции над нечеткими множествами.
13. Алгебраические операции над нечеткими множествами.
14. Нечеткая и лингвистическая переменные.
15. Нечеткие числа. Операции над нечеткими числами.
16. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями.
17. Нечеткие выводы.
18. Алгоритмы нечеткого логического вывода Мамдани и Сугено.
19. Алгоритмы нечеткого логического вывода Ларсен и Тсукамото.
20. Методы приведения к четкости.
21. Нечеткий регулятор.
22. Нейронные сети. Основные проблемы решаемые НС.
23. Биологический нейрон. Структура и свойства искусственного нейрона.
24. Топология нейронных сетей.
25. Обучение нейронных сетей.
26. Алгоритм обратного распространения.
27. Алгоритм обучения без учителя.
28. Области применения нейронных сетей. Классификация.
29. Персептрон.
30. Нейронные сети встречного распространения.
31. Нейронные сети Хопфилда и Хемминга.
32. Сеть с радиальными базисными элементами (RBF).
33. Вероятностная нейронная сеть (PNN).
34. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN). Линейные нейронные сети.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **а. Основная литература**

1) Соловьев, В.А. Искусственный интеллект в задачах управления. Интеллектуальные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов / В. А. Соловьев, С. П. Черный. - Владивосток: Дальнаука, 2010. - 265с.

2) Буслаев А.П. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс] : sSHD - мониторинг многополосного движения и автоматизация обработки информации о трафике. Учебное пособие / А.П. Буслаев, М.В. Яшина, М.Г. Городничев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2012. — 80 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61735.html>

3) Трофимов, В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами [Электронный ресурс] : учебно-практическое пособие для вузов/ В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. – Вологда :Инфра-Инженерия, 2016. - 232 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.

### **8.2 Дополнительная литература**

1) Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 176 с. — 978-5-4332-0013-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13974.html>

2) Павлов С.Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Павлов. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2011. — 194 с. — 978-5-4332-0014-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13975.html>

3) Сосинская, С.С. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний: учебное пособие для вузов / С. С. Сосинская. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015; 2014. - 215с.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://elib.spbstu.ru/dl/531/chapter6.html>
2. <http://www.gotai.net/documents/doc-1-fl-001.aspx>
3. [http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/4\\_4.php](http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/4_4.php)

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «*Интеллектуальные системы управления электроприводами*» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение РГР
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации ( " " ).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе практических занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация ( " " ) производится в конце семестра итакже оценивается в баллах.

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля и баллов, полученных на промежуточной аттестации по результатам теста. Максимальный итоговый рейтинг – 45 баллов. Оценке «отлично» соответствует 35-45 баллов; «хорошо» –25-35; «удовлетворительно» – 15-25; менее 15 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

### РГР

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами анализа и синтеза интеллектуальных систем управления.

В период работы над РГР студенты получают практические навыки моделирования функциональной схемы нечеткого логического регулятора, выбора алгоритмов нечеткого вывода, реализуют нечеткий логический вывод в аналитической форме. Работа над РГР позволяет лучше понять и усвоить

взаимосвязь между базовыми блоками нечеткого логического регулятора. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

При проектировании студенты глубже изучают основную и специальную литературу по интеллектуальным системам управления, учатся работать со справочниками. Все это позволяет проводить анализ и синтез интеллектуальной системы управления с применением теории нечетких множеств с инженерной позиции.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины *«Интеллектуальные системы управления электроприводами»* основывается на активном использовании MS Word, MS Excel, PSM32в процессе подготовки РГР.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины *«Интеллектуальные системы управления электроприводами»* используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
1	2	3	4
202/3	Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	ПК	Моделирование