



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
д-р техн. наук, проф.

 В.Н. Коротаев

« 1 » 06 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Нейро-нечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки: 27.06.01 Управление в технических системах

Профиль программы аспирантуры: Автоматизация и управление
технологическими процессами и
производствами

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-
исследователь

Выпускающая кафедра: Автоматика и телемеханика

Форма обучения: Очная

Курс: 2 **Семестр:** 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 2 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 72 ч

Виды контроля: Зачет -3 семестр

Пермь 2017

Учебно-методический комплекс дисциплины «Нейро-нечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 982;

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 27.06.01 «Управление в технических системах», профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», утверждённого «30» *03* _____ 2017 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, Интеллектуальные сетевые архитектуры с управляемым потоком данных, Современные проблемы теории управления, Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к параметрам объектов управления и внешней среды, Принципы построения и методология исследования адаптивных дискретно-непрерывных электромеханических систем управления, Основы современных систем управления, Интегрированные системы управления автоматизированными технологическими процессами и комплексами, Научно-исследовательская практика, Научные исследования, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик: д-р техн. наук, проф. *Хижняков* Ю.Н.Хижняков

Рецензент: д-р техн. наук, проф. *Южаков* А.А.Южаков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автоматика и телемеханика» «15» *март* 2017 г., протокол № *31*

Заведующий кафедрой
«Автоматика и телемеханика»
д-р техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)

Южаков
(подпись) А.А. Южаков
(инициалы, фамилия)

Согласовано:

Начальник управления подготовки кадров
высшей квалификации
канд. физ.-мат. наук, доц.
(учёная степень, звание)

Свисткова
(подпись) Л.А. Свисткова
(инициалы, фамилия)

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков в области разработки нейро-нечетких архитектур и алгоритмов в управлении.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает части следующих компетенций:

- способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств (ПК-1);
- готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами (ПК-2).

1.2. Задачи учебной дисциплины:

• формирование знаний

– изучение теории нечетких и нейронных систем управления недетерминированными объектами;

• формирование умений

– разрабатывать системы нечетких и нейронных систем управления недетерминированными объектами;

• формирование навыков

– владеть алгоритмами адаптации нечетких и нейронных систем управления недетерминированными объектами.

1.3. Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- детерминированные и недетерминированные объекты управления;
- теории нечеткого и нейронного управления недетерминированными объектами.

1.4. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нейро-нечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» и является *обязательной* при освоении ОПОП по направлению подготовки «Управление в технических системах».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-1	Способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств	Современные проблемы теории управления.	Интеллектуальные сетевые архитектуры с управляемым потоком данных.
		Принципы построения и методология исследования адаптивных дискретно-непрерывных электромеханических систем управления.	Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к параметрам объектов управления и внешней среды.
		Основы современных систем управления	Интегрированные системы

		Научные исследования	управления автоматизированными технологическими процессами и комплексами. Научно-исследовательская практика. Научные исследования
ПК-2	готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами	Современные проблемы теории управления.	Интеллектуальные сетевые архитектуры с управляемым потоком данных.
		Принципы построения и методология исследования адаптивных дискретно-непрерывных электромеханических систем управления.	Синтез электромеханических систем автоматизации и управления с адаптацией к параметрам объектов управления и внешней среды.
		Основы современных систем управления.	Интегрированные системы управления автоматизированными технологическими процессами и комплексами.
		Научные исследования	Научно-исследовательская практика. Научные исследования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование частей компетенций ПК-1 и ПК-2.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции Способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств
-----------------	---

Код ПК-1.Б1.ДВ.01.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность решать основные проблемы в области нечетких систем управления, выбирать методы и средства их решения.
----------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенций (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
---	---------------------	-----------------

Знать: Теорию нечетких систем управления	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала.	Задания к рубежному контролю.
Уметь: Применять аппарат нечетких систем	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям, практическим занятиям).	Отчет по практическим занятиям
Владеть: Арсеналом аналитических методов исследования сложных систем управления с применением современных информационных технологий и типовых программных средств анализа и синтеза, используя нечеткое управление	Самостоятельная работа аспиранта.	Отчет

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции Готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами
-----------------	---

Код ПК-2.Б1.ДВ.01.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способен формировать цели, задачи научных исследований, выбирать методы и средства решения задач нейронных систем управления.
----------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов компетенций (планируемых результатов обучения)	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: Теорию нейронных систем управления	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала.	Задания к рубежному контролю.
Уметь: Применять аппарат нейронных систем управления	Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям, практическим занятиям)	Отчет по практическим занятиям
Владеть: Арсеналом аналитических методов исследования сложных систем управления с применением современных информационных технологий и типовых программных средств анализа и синтеза, используя нейронной управление	Самостоятельная работа аспиранта.	Отчет

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная работа)		18	18
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- лекции (Л)		8	8
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- практические занятия (ПЗ)		8	8
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
	- лабораторные работы (ЛР)		-	-
	- в том числе в интерактивной форме		-	-
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
3	Самостоятельная работа аспирантов		54	54
	- изучение теоретического материала		27	27
	- расчётно-графические работы		-	-
	- курсовой проект		-	-
	- курсовая работа		-	-
	- реферат		-	-
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим)		8	8
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)		4	4
	- индивидуальные комплексные задания		15	15
	- другие виды самостоятельной работы		-	-
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачет</i>		-	-
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)		72	72
	в зачётных единицах (ЗЕ)		2	2

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	Итоговый контроль	самостоятельная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		1	4	2	2				6	10
		2	4	2	2				6	10
		3	2		2				6	8
		4	2		2				9	11
		Всего по модулю:		12	4	8		1		27
2		5	2	2					6	8
		6	1,5	1,5					6	7,5
		7							6	6

	8						7	7
	Заключение	0,5	0,5				2	2,5
	Всего по модулю:	4	4	-		1	27	32
Промежуточная аттестация							зач	
	Итого:	16	8	8		2	54	72/2

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Основы нечеткого управления

Л – 4ч, ПЗ – 8 ч, СРС – 27ч, КСР-1 ч.

Тема 1. Нечеткие множества. Основные операции: включение, равенство, дополнение, пересечение, объединение, разность, дизъюнктивная сумма. Графическое представление нечетких множеств. Расширение четкой логики. Примеры.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР -, СРС – 6 ч.

Тема 2. Фаззификация. Классификация функций принадлежности. Фаззификация на синглетонной базе, на несинглетонной базе, с помощью пропорций по Гостеву В.И.

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР -, СРС – 6 ч.

Тема 3. Нечеткие отношения, основные операции. Блок нечеткого вывода. Алгоритмы реализации нечеткой импликации: Заде, Мамдани, Ларсена, Тцукамото, Сугено-Такаги. Нечеткая композиция.

Л -, ПЗ – 2 ч, ЛР - , СРС – 6 ч.

Тема 4. Дефаззификация. Способы реализации. Модифицированный метод центраида. Пример реализации нечеткого управления.

Л -, ПЗ – 2 ч, ЛР - , СРС – 9 ч.

Модуль 2. Основы нейронного управления

Л – 4 ч, ПЗ –, СРС – 27 ч, КСР- 1ч.

Тема 5. Классификация нейронов. Нечеткие нейроны. Расширенные нечеткие нейроны. Активационные функции. Метод адаптации нейрона. Разработка нейро-нечетких регуляторов. Пример.

Л – 2 ч, ПЗ –, СРС – 6ч.

Тема 6. Нейро-нечеткая сеть *Anfisi* ее модификации: сети Ванга-Менделя и *TSK*.
Тема 7. Алгоритмы обучения сетей с учителем: метод обратного распространения ошибки, дельта-метод и его модификация.

Л – 1,5 ч, ПЗ –, СРС – 6 ч.

Тема 8. Типы нейронных сетей: сеть Кохонена, сеть Гроссберга и ее обучение, сеть Хемминга и ее обучение, сеть Хопфилда и ее обучение.

Л –, ПЗ –, СРС – 7 ч.

Заключение. Л – 0,5 ч, СРС – 1ч.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1	Особенности недетерминированных объектов. Примеры
2	2	Элементы нечеткого управления. Нечеткие множества их математическое описание. Нечеткие отношения, основные операции.
3	3	Нечеткая импликация и нечеткая композиция. Примеры.

4	4	Особенности проектирования нечетких регуляторов по Гостеву В.И.
5	5	Нейроны, их классификация, область применения. Сеть <i>Anfis</i> .
6	6	Классификация нейронных сетей. Методы обучения с учителем и без учителя.
7	7	Разработка адаптивного нечеткого регулятора вербального объекта.
8	8	Метод обратного распространения ошибки и дельта-метод и его модификация.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Не предусмотрены

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Введение. Основные понятия, термины и определения, предмет и задачи дисциплины

Тема 1. Недетерминированные объекты. Классификация неопределенностей. Примеры.

Тема 2. Критерии робастности: структурная (аддитивная и мультипликативная), параметрическая (теорема о малом коэффициенте усиления, полиномы Харитонов В.Л.).

Тема 3. Теория нечетких множеств, основные операции: пересечение, объединение и дополнение.

Тема 4. Классификация алгоритмов нечеткого управления вербальным объектом: Заде, Мамдани, Ларсена, Тцукамото, Сугено-Такаги.

Тема 5. Нейроны, их классификация: нечеткие нейроны, расширенные нечеткие нейроны.

Тема 6. Нейронные сети: сеть *Anfis* и ее модификации, метод обучения.

Тема 7. Нейронные сети общего назначения без обратных связей и с обратными связями. Методы обучения нейронных сетей с учителем и без учителя.

Тема 8. Перспективы применения нечеткого и нейронного управления в автоматизации промышленных вербальных объектов.

5.1. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, часов
1	2	3
Введение	Изучение теоретического материала	27

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	1
2	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	1
3	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	1
4	Подготовка к практическим занятиям	2
	Подготовка отчетов по практическим занятиям	1
	Выполнение индивидуального комплексного задания	15
	Итого: в ч / в ЗЕ	54/1,5

5.2. Индивидуальные задания

Требования к индивидуальным комплексным заданиям

Индивидуальные задания являются комплексными, охватывают все темы дисциплины и выполняются в форме доклада согласно теме, выданной преподавателем. Список типовых тем:

1. Разработать адаптивный нечеткий регулятор температуры водяного душа.
2. Разработать адаптивный регулятор температуры водонапорной башни.
3. Адаптивные системы управления. Эталонные модели.
4. Алгоритмы блока нечеткого вывода.
5. Фаззификация. Способы реализации.
6. Дефаззификация. Способы реализации.
7. Активационные функции. Область их применения.

5.3. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя, которые нацелены на активизацию процессов усвоения материала, стимулирования ассоциативного мышления аспирантов и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором слушатель взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность слушателя в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных семинарских занятиях – направление деятельности слушателей на достижение целей занятия.

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям. Всего предусмотрено 4 отчета.

6.2 Рубежный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольная работа (модуль 1, 2).

Тематика контрольных работ:

Модуль 1

- 1 Нечеткое управление водяным душем.
- 2 Нечеткое управление уровня воды водонапорной башни.
- 3 Нечеткое управление тока возбуждения синхронного генератора.

Модуль 2

- 4 Разработка адаптивного нечеткого регулятора
- 5 Модификации сети *Anfis*.
- 6 Разработать подробный алгоритм обучения сети *Anfis*.

6.3 Промежуточная аттестация освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Зачет.

Зачет по дисциплине проводится по результатам текущего, промежуточного и рубежного контроля.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания к практическим работам, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и промежуточной аттестации освоения компонентов частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля			
	Текущий		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	Зач
Усвоенные знания				
3.1 знать теорию нечетких множеств			РКР 1	ТВ
3.2 знать теорию нечеткого управления для оценки применения к автоматизации производственных процессов				
3.3 знать теорию нейронного управления для оценки применения к автоматизации производственных процессов			РКР 2	
Освоенные умения				
У.1 уметь выявить неопределенности при изучении объекта, готового к автоматизации	ОПЗ			ПЗ
У.2 уметь анализировать возможности существующих регулирующих устройств для парирования выявленных неопределенностей объекта	ОПЗ			
У.3 уметь разработать математическую модель для проверки выбранного решения автоматизации регулируемого объекта	ОПЗ			
У.4 уметь представлять итоги профессиональной деятельности в виде рефератов, в ходе проведения системного анализа и моделирования	ОПЗ			

Приобретенные владения				
В.1 владеть методами построения адаптивных нечетких регуляторов				ИКЗ
В.2 владеть методами построения сетей для конкретной задачи				
В.3 владеть приемами обучения сетей				

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

РКР – рубежная контрольная работа;

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание зачета.

8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.01.3 Нейронечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	БЛОК 1. Дисциплины (модули) <small>(цикл дисциплины/блок)</small>														
	<table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>базовая часть цикла</td><td><input type="checkbox"/></td><td>Обязательная по выбору</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>вариативная часть цикла</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input type="checkbox"/>	Обязательная по выбору	<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>							
<input type="checkbox"/>	базовая часть цикла	<input type="checkbox"/>	Обязательная по выбору												
<input checked="" type="checkbox"/>	вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>													
27.06.01 <small>(код направления подготовки / специальности)</small>	Управление в технических системах / Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами <small>(полное название направления подготовки / специальности)</small>														
27.06.01/ 05.13.06 <small>(аббревиатура направления / специальности)</small>	Уровень подготовки: <table border="1"><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>специалист</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Бакалавр</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Магистр</td></tr><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Аспирант</td></tr></table> Форма обучения: <table border="1"><tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>Очная</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Заочная</td></tr><tr><td><input type="checkbox"/></td><td>очно-заочная</td></tr></table>	<input type="checkbox"/>	специалист	<input type="checkbox"/>	Бакалавр	<input type="checkbox"/>	Магистр	<input checked="" type="checkbox"/>	Аспирант	<input checked="" type="checkbox"/>	Очная	<input type="checkbox"/>	Заочная	<input type="checkbox"/>	очно-заочная
<input type="checkbox"/>	специалист														
<input type="checkbox"/>	Бакалавр														
<input type="checkbox"/>	Магистр														
<input checked="" type="checkbox"/>	Аспирант														
<input checked="" type="checkbox"/>	Очная														
<input type="checkbox"/>	Заочная														
<input type="checkbox"/>	очно-заочная														
2017 <small>(год утверждения учебного плана ОПОП)</small>	Семестр: <u>3</u> Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>5</u>														
<u>Хижняков Юрий Николаевич</u> <small>(фамилия, инициалы преподавателя)</small>	<u>профессор</u> <small>(должность)</small>														
<u>Электротехнический</u> <small>(факультет)</small>															
<u>Автоматика и телемеханика</u> <small>(кафедра)</small>	<u>тел.8(342) 239-18-16; uz@at.pstu.ru</u> <small>(контактная информация)</small>														

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Хижняков Ю.Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени. Учебное пособие. – Пермь. Изд-во ПНИПУ, 2013. – 159 с.	5
2	Хижняков Ю.Н. Современные проблемы теории управления. Учебное пособие. – Пермь. Изд-во ПНИПУ, 2014. – 160 с.	50
3	Хижняков Н.Н. Нечеткое, нейронное и гибридное управление. Учебное пособие. – Пермь. Изд-во ПНИПУ, 2013. – 303 с.	15
2. Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с.	4
2	Никифоров В.О. Адаптивное и робастное управление с компенсацией возмущений. СПб.: Наука.2003. – 282 с.	3
3	Гостев В.И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления. – СПб; БХВ-Петербург, 2011.– 416 с.	6
4	Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. – 498 с.	1
2.2 Периодические издания		
1	Издательство «Новые технологии» «Мехатроника, Автоматизация, Управление»	
2	Вестник ПНИПУ. «Электротехника, информационные технологии, системы управления»	
3	Нелинейная динамика и управление: Сборник статей. Вып.8 / Под ред. С.В. Емельянова, С.К. Коровина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 336 с. – ISBN 978-5-9221-1564-3	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используются	
2.4 Официальные издания		
1	Конституция Российской Федерации	КонсультантПлюс
2	Трудовой кодекс Российской Федерации	КонсультантПлюс
3	Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	КонсультантПлюс

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан.в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер.сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuestDissertations&ThesesGlobal [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – AnnArbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер.сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон.версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер.сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. CambridgeJournals [Electronicresource : полнотекстовая база данных : электрон.журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / UniversityofCambridge. – Cambridge :CambridgeUniversityPress, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер.сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив. док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. – Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. – Санкт-Петербург, 2009-2013. – Режим доступа: Компьютер.сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Сайт Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) - <http://www.mchs.gov.ru/>

2. Портал риск-менеджмента – www.riskm.ru

3. Русское общество управления рисками – www.rrms.ru

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	LabView	M72X66073	Поддержка к выполнению практических занятий
2	Практическое	Matlab 7,	568405	Поддержка к выполнению практических занятий

		Classroom Simulink 7 Classroom	568405	
--	--	--------------------------------------	--------	--

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра АТ	315,А	24	15

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	ПК Intel Pentium E2180 2.00 ГГц	9	Оперативное управление	315,А

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине
«Нейро-нечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении»**

Направление подготовки	27.06.01 Управление в технических системах
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Автоматизация и правление технологическими процессами и производствами
Научная специальность	05.13.06 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	Автоматика и телемеханика (АТ)
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр: 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: - нет	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)» разработан на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 982 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 27.06.01 – Управление в технических системах.
- Общая характеристика программы аспирантуры;
- Паспорт научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума по научной специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности).

Руководитель программы
д.т.н., профессор

(подпись)

Южаков А.А.

Согласовано:

Начальник управления
подготовки кадров
высшей квалификации
к.т.н., физ.-мат. наук, доцент

(подпись)

Л.А. Свисткова

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Нейро-нечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

– способность применять методы, алгоритмы и инструментальные средства автоматизации сложных технологических процессов и промышленных производств (ПК-1);

– готовность к использованию современного инструментария и информационно-коммуникационных технологий при проектировании и внедрении систем управления технологическими процессами и производствами (ПК-2).

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение третьего семестра. В 3 семестре предусмотрены аудиторские лекционные занятия и практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	3 семестр	
	Текущий	Зачёт
З.1 знать принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых систем автоматизации	С	ТВ
У.1 уметь разрабатывать локальные системы управления	ОТЗ	ПЗ
В.1 владеть методами и средствами рационального выбора технических средств автоматизации и управления	ОТЗ	ПЗ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (3 семестр) проводимого с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Незачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии оценивания защиты отчета творческого задания отображены в шкале, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант выполнил творческое задание успешно, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в предложенном

	решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Аспирант может объяснить полностью или частично полученные результаты.
<i>Незачтено</i>	Аспирант допустил много ошибок или не выполнил творческое задание.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

- **Шкалы оценивания результатов обучения при зачете и кандидатском экзамене:**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «незачтено» путем выборочного контроля во время зачета и 5-балльной системе оценивания путем выборочного контроля во время кандидатского экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета и кандидатского экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на **зачете**

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.</p>
<i>Незачтено</i>	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично усвоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на кандидатском экзамене

Оценка	Критерии оценивания
5	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант правильно выполнил контрольное задание билета. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов.</p>
4	<p>Аспирант продемонстрировал сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал недостаточно уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с небольшими неточностями. Показал в целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>
3	<p>Аспирант продемонстрировал неполные знания при ответе на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал неуверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>Аспирант выполнил контрольное задание билета с существенными неточностями. Показал в целом успешное, но не систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>
2	<p>При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета и кандидатского экзамена считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 6

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Незачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

Таблица 7

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций
на кандидатском экзамене

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
5	Аспирант получил по дисциплине оценку «отлично»
4	Аспирант получил по дисциплине оценку «хорошо»
3	Аспирант получил по дисциплине оценку «удовлетворительно»
2	Аспирант получил по дисциплине оценку «неудовлетворительно»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые творческие задания:

Задание 1. Сравнить системы аналогового и цифрового управления.

Задание 2. Можно ли применять известные критерии устойчивости и качества при синтезе нелинейных систем автоматического регулирования.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

Вопрос 1 Общие понятия об экспертных системах. Структура экспертных систем. Классификация экспертных систем

Вопрос 2 Общие понятия робастных систем. Робастные системы со структурной неопределенностью.

Вопрос 3 Робастные системы с параметрической неопределенностью. Полиномы Харитонова В.Л.

Вопрос 4 Нечеткое управление. Основные определения.

Вопрос 5 Нечеткая логика. Основные операции нечеткой логики.

Вопрос 6 Нечеткие отношения. Основные операции.

Вопрос 7 Фаззификация. Адаптивная фаззификация.

Вопрос 8 Нечеткая импликация и нечеткая композиция.

Вопрос 9 Алгоритм нечеткого вывода по Заде.

Вопрос 10 Достоинства и недостатки нечеткого управления.

Вопрос 11 Нейронное управление. Классификация нейронов.

Вопрос 12 Сеть прямого распространения *Anfis*.

Вопрос 13 Алгоритм нечеткого вывода по Заде.

Вопрос 14 Алгоритм нечеткого вывода по Мамдани.

Вопрос 15 Алгоритм нечеткого вывода по Сугено-Такаги.

Вопрос 16 Алгоритм нечеткого вывода по Тцукамото.

Вопрос 17 Алгоритм нечеткого вывода по Ларсену.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

Задание 1. Проектирование системы адаптивного нечеткого управления синхронным генератором: составление структурной схемы, задание лингвистических переменных и их предельных значений, выбор терм-множеств по лингвистическим переменным, выбор варианта адаптивного фаззификатора, выбор типа активационной функции.

Задание 2. Проектирование системы нечеткого управления калорифером по Гостеву В.И.: составление структурной схемы, задание лингвистических переменных и их предельных значений, выбор терм-множеств по лингвистическим переменным, выбор варианта адаптивного фаззификатора, выбор типа активационной функции.

Задание 3. Проектирование системы нечеткого управления водонапорной башней по Гостеву В.И.: составление структурной схемы, задание лингвистических переменных и их предельных значений, выбор терм-множеств по лингвистическим переменным, выбор варианта адаптивного фаззификатора, выбор типа активационной функции.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета и кандидатского экзамена в форме утвержденных билетов хранится на кафедре «АТ».

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
27.06.01 Управление в технических системах
Программа
Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами
Кафедра
Автоматика и телемеханика

Дисциплина
«Нейро-нечеткие архитектуры и алгоритмы в управлении»

БИЛЕТ № 1

1. Основные операции с нечеткими множествами.
2. Спроектировать систему адаптивного нечеткого управления водяным душем по Гостеву В.И.: составление структурной схемы, задание лингвистических переменных и их предельных значений, выбор терм-множеств по лингвистическим переменным, выбор варианта адаптивного фаззификатора, выбор типа активационной функции.

Составитель _____
(подпись)

Хижняков Ю.Н.

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Южаков А.А.

« ____ » _____ 2016 г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		