

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Методы нечеткой логики и нейронных сетей в робототехнике
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника
(код и наименование направления)

Направленность: Автономные сервисные роботы
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучение теории нечеткого и нейронного управлений роботами в системах реального времени,
Задачи:
- изучение моделей нечетких регуляторов;
- изучение алгоритмов обучения;
- исследование принципов построения нейронных сетей прямого распространения;
- получение умений и навыков реализации последовательности этапов проектирования нечетких и нейронных регуляторов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Особенности недетерминированных объектов управления; теория нечетких множеств и нечеткой логики; компоненты нечеткой продукционной модели; алгоритмы нечеткого вывода; нейронные сети на основе искусственных нейронов; проектирование систем нечеткого и нейронного управлений недетерминированными объектами (роботами) в системах реального времени.

1.3. Входные требования

Дискретная математика, информатика, теория автоматического управления

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1пк-1.1	Знает теорию нечеткой логики и нечетких множеств; компоненты нечеткого модуля; алгоритмы нечеткого вывода; теорию нейронных сетей и методы их настройки	Знает основные положения аппарата и методологии нечеткой логики, нейронных сетей, навигации и защиты информации, применяемые в робототехнике.	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2пк-1.1	Умеет пользоваться аппаратом нечеткой логики и нечетких множеств, проектировать элементы нечеткого модуля; разрабатывать структуру и алгоритмы нечеткого управления недетерминированными объектами в системах реального времени; пользоваться аппаратом нейронных сетей и настройки последних	Умеет применять для проектирования и исследования робототехнических устройств и систем методы и средства нечеткой логики, нейронных сетей, навигации и защиты информации.	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3пк-1.1	Владеет навыками пользования профессиональными программными продуктами и решения проектных, технологических и научных задач, используя нечеткое и нейронное управления	Владеет навыками практического применения алгоритмов нечеткой логики, навигации и защиты информации при разработке и реализации робототехнических устройств, систем и комплексов.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
2-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы нечеткой логики, принципы разработки регуляторов нечеткого управления.	9	8	9	40
Раздел 1.1. Нечеткие множества и связь с четкими множествами. Классификация функций принадлежности. Лингвистические переменные. Терм-множества. Нечеткие числа. Операции с нечеткими множествами. Раздел 1.2: Нечеткая логика. Т-норма и S-норма их геометрическая интерпретация. Взаимная дуальность Т-нома и S-норма. Раздел 1.3: Нечеткие отношения. Операции с нечеткими отношениями. Нечеткая импликация и ее типы Архитектура нечеткого регулятора. Раздел 1.4: Блок нечеткого вывода Алгоритмы блока нечеткого вывода.				
Применение нейронных сетей в робототехнике.	9	8	9	50
Раздел 2.1: Нейрон: классификация нейронов, логистические функции активации, методы адаптации нейронов: метод Уидроу-Хоффа ? метод последовательного обучения. Раздел 2.2: Теоремы существования. Архитектура искусственных нейронных сетей (ИНС): перцептрон, рекуррентные ИНС: сеть Хопфилда, сеть Хэмминга. Раздел 2.3: Алгоритмы обучения ИНС с учителем: метод обратного распространения ошибки, метод Левенберга-Маркварда и без учителя: метод Хэбба, генетические алгоритмы. Раздел 2.4: Радиально-базисные сети (RBF-сеть). Радиально-базисный нейрон, архитектура, настройка, сравнительный анализ перцептрона и RBF-сети.				
ИТОГО по 2-му семестру	18	16	18	90
ИТОГО по дисциплине	18	16	18	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Операции с нечеткими множествами
2	Т-норма и S-норма их геометрическая интерпретация
3	Операции с нечеткими отношениями

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Блок правил
5	Основные методы фазификации и дефазификации
6	Метод последовательного обучения
7	Архитектура искусственных нейронных сетей
8	Метод Левенберга- Маркварда и метод Хэбба
9	Радиально-базисные сети (RBF-сеть)

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Создание нечеткого регулятора недетерминированных объектов в MATLAB Simulink, с помощью «Fuzzy Logic Designer»
2	Движение промобота по заданному маршруту на основе нечеткой логики
3	Создание нейросетевого регулятора недетерминированных объектов в MATLAB Simulink, с помощью «Neural Fitting»
4	Движение промобота по заданному маршруту на основе нейронных сетей

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проектирование нечетких и нейронных регуляторов для управления PROMOBOT V.4

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. 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, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. 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.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Хижняков Ю. Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	15
2	Хижняков Ю. Н. Нечёткое, нейронное и гибридное управление : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	15
2. Дополнительная литература		

2.1. Учебные и научные издания		
1	Галушкин А. И. Мозг роботов: от настоящего к будущему / А. И. Галушкин. - Москва: Горячая линия-Телеком, 2017.	2
2	Гостев В. И. Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления / В. И. Гостев. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011.	6
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Хижняков Ю. Н. Современные проблемы теории управления : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	15

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ю.Н. Хижняков. Методы нечеткой логики и нейронных сетей в робототехнике. Конспект лекций. Система LMS OpenEdX	http://lk.at.pstu.ru	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10
Лабораторная работа	Видеокамера, Сервисный робот PROMOBOT V.4	5
Лабораторная работа	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10
Лекция	Персональный компьютер с выходом в Интернет	1
Практическое занятие	Персональный компьютер с выходом в Интернет	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**Пермский национальный
исследовательский
политехнический университет**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплина: Методы нечеткой логики и нейронных сетей в
робототехнике

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоемкость: 180 (5)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления)

Направленность: Автономные сервисные роботы

(наименование образовательной программы)

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Методы нечеткой логики и нейронных сетей в робототехнике» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины (РПД) «Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени», утвержденной «29» августа 2014 г.

Разработал:

д.т.н., профессор

_____ Ю.Н.Хижняков

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

1.1. Результаты обучения (формируемые части компетенций)

Учебная дисциплина «Методы нечеткой логики и нейронных сетей в робототехнике» участвует в формировании 3-х компетенций: ИД-1_{ПК-1.1}, ИД-2_{ПК-1.1} и ИД-3_{ПК-1.1}. В рамках учебного плана образовательной программы во 2-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. **ИД-1_{ПК-1.1}** - **Знает** основные положения аппарата и методологии нечеткой логики, нейронных сетей, навигации и защиты информации, применяемые в робототехнике.

2. **ИД-2_{ПК-1.1}** - **Умеет** применять для проектирования и исследования робототехнических устройств и систем методы и средства нечеткой логики, нейронных сетей, навигации и защиты информации.

3. **ИД-3_{ПК-1.1}** - **Владеет навыками** практического применения алгоритмов нечеткой логики, навигации и защиты информации при разработке и реализации робототехнических устройств, систем и комплексов.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены следующие виды аудиторной работы: лекционные, практические, лабораторные занятия (семинары), а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть* (ЗУВ), которые являются контролируемыми результатами обучения по дисциплине (табл. 1.1). Интегральными результатами обучения по дисциплине является

оценки уровня освоения дисциплинарных компетенций (ДК). Формулировки результатов обучения приведены в п. 2 РПД.

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и итогового контроля результатов обучения дисциплины (табл. 1.1):

- текущий – контроль самостоятельной работы;
- рубежный:
 - защита рефератов по модулям 1 и 2;
 - тесты по модулям 1 и 2;
 - защита лабораторных работ (№1, №2, №3, №4);
- итоговый – экзамен.

Таблица 1.1 Контроль уровня усвоенных знаний

Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
<i>Знать:</i>		
Теорию нечеткой логики и нечетких множеств	ИД-1_{ПК-1.1} Знает основные положения аппарата и методологии нечеткой логики, нейронных сетей, навигации и защиты информации, применяемые в робототехнике.	Реферат
Компоненты нечеткого модуля		Реферат
Алгоритмы нечеткого вывода		Реферат
Теорию нейронных сетей и методы их настройки		Реферат
<i>Уметь:</i>		
Пользоваться аппаратом нечеткой логики и нечетких множеств, проектировать элементы нечеткого модуля	ИД-2_{ПК-1.1} Умеет применять для проектирования и исследования робототехнических устройств и систем методы и средства нечеткой логики, нейронных сетей, навигации и защиты информации.	Тестирование
Разрабатывать структуру и алгоритмы нечеткого управления недетерминированными объектами в системах реального времени		Тестирование
Пользоваться аппаратом нейронных сетей и настройки последних		Тестирование

<i>Владеть:</i>		
Навыками использования профессиональными программными продуктами и решения проектных, технологических и научных задач, используя нечеткое и нейронное управление	ИД-3_{ПК-1.1} Владеет навыками практического применения алгоритмов нечеткой логики, навигации и защиты информации при разработке и реализации робототехнических устройств, систем и комплексов.	Отчет по проекту системы управления

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса в рамках контроля самостоятельной работы студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя (в бумажном или электронном формате) и учитываются при формировании оценки результатов обучения (ЗУВ, ДК).

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты отчетов по лабораторным работам, ориентированным на тематику семинаров.

2.2.1. Защита отчетов по индивидуальным заданиям

Всего запланировано 18 индивидуальных заданий (задачи) и 1 реферат по тематике практических занятий. Темы, типовые задачи и требования к содержанию отчета и его защите приводятся во время проведения лекционных и практических занятий.

Защита отчета по индивидуальному заданию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Защита отчетов по лабораторным работам

Всего запланировано 4 лабораторных работы (по 2 на каждый из модулей). Темы приведены в пункте 4 РПД.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита отчетов по всем индивидуальным заданиям, формирующая положительную интегральную оценку результатов текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

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

2.3.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине Типовые вопросы (ТВ) для контроля усвоенных знаний:

Типовые творческие задания:

Задание 1. Обзор функций принадлежности фаззификатора.

Задание 2. Обзор методов дефаззификации.

Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Алгоритм нечеткого вывода по Заде.
2. Алгоритм нечеткого вывода по Мамдани.
3. Алгоритм нечеткого вывода по Сугено-Такаги.
4. Нечеткое управление. Основные определения.
5. Нечеткая логика. Основные операции нечеткой логики.
6. Нечеткие отношения. Основные операции.
7. Фаззификация. Адаптивная фаззификация.
8. Нечеткая импликация и нечеткая композиция.
9. Алгоритм нечеткого вывода по Ларсену.
10. Достоинства и недостатки нечеткого управления.
11. Нейронное управление. Классификация нейронов.
12. Сеть прямого распространения *Anfis*.
13. Алгоритм нечеткого вывода по Тцукамото.

Типовые практические задания (ПЗ) для контроля усвоенных умений формулируются на основе индивидуальных заданий по тематике практических занятий:

Задание 1. Проектирование системы адаптивного нечеткого управления водяным душем на базе сети ANFIS: 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: 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 нейронного управления дизель-генератором: составление структурной схемы, выбор типа активационной функции, получение выборки, выбор алгоритма обучения, выбор необходимой точности нейросети.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена. Соответствие теоретических вопросов, практических заданий и компонентов ЗУВ приведены в табл. 1.1.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Оценка, полученная за теоретический вопрос и практическое задание, участвует в расчете оценки соответствующего компонента ЗУВ (см. табл. 1.1).

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

Оценка компонента ЗУВ в общем случае может быть получена как *среднее арифметическое или среднее арифметическое взвешенное* (с указанием неравнозначных весовых коэффициентов) оценок за соответствующие средства контроля (см. табл. 1.1).

Итоговая оценка освоения дисциплинарных компетенций (как интегральных результатов обучения по дисциплине) является *сверткой* оценок результатов обучения в формате ЗУВ (см. табл. 1.1). Для этого выполняется расчет *среднее арифметического или среднего арифметического взвешенного* (с указанием неравнозначных весовых коэффициентов) оценок за составляющие ДК компоненты ЗУВ.

Рекомендации по выбору весовых коэффициентов, типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций и их самих приведены в общей части ФОС образовательной программы. Результаты расчетов оценок за ДК сохраняются в «бумажном» или электронном виде для последующего определения уровня освоения каждой компетенции, как это указано в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1
Пример типовой формы экзаменационного билета

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

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

«Методы нечеткой логики и нейронных сетей в
робототехнике»

БИЛЕТ № 1

1. Алгоритм нечеткого вывода по Мамдани.
2. Спроектировать систему адаптивного нечеткого управления водонапорной башни: 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.