

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института цифровых
технологий и математики

С.А. Рощупкин



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.14 Нечеткая логика и искусственные нейронные сети

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Компьютерное моделирование и анализ данных

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: цифровых технологий и математики

Кафедра: математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4		
Семестр	8		
Лекции	8		
Лабораторные занятия	16		
Практические (семинарские) занятия	16		
в т. ч. практическая подготовка	4		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет		
Контроль	-		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	68		

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент кафедры ММКТиИБ А.А. Петров

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

развитие у студента достаточно широкого взгляда на методы и технологии программирования в области нечеткой логики и искусственных нейронных сетей;
подготовка студента к практической деятельности в области создания, внедрения и эксплуатации систем искусственного интеллекта на основе нечеткой логики и искусственных нейронных сетей.

Задачи изучения дисциплины:

рассмотрение краткой истории нечеткой логики и искусственных нейронных сетей становления и развития нечеткой логики и искусственных нейронных сетей;
рассмотрение технической постановки основных задач, решаемых системами нечеткой логики и искусственных нейронных сетей;
ознакомление с современными областями исследований по нечеткой логике и искусственных нейронных сетей;
ознакомление с основными моделями представления знаний и некоторыми интеллектуальными системами;
рассмотрение теоретических и практических вопросов создания информационных систем с применением нечеткой логики и искусственных нейронных сетей.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1	Знать: – возможности существующей программно-технической архитектуры; – методологию разработки программного обеспечения и технологию программирования; – методы и средства проектирования программного обеспечения; – типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.	Знает: – возможности существующих программно-аппаратных средств для реализации нечеткой логики и искусственных нейронных сетей систем искусственного интеллекта и экспертных систем; – методологию разработки программного обеспечения и технологию программирования для построения систем на базе нечеткой логики и искусственных нейронных сетей; – методы и средства построения баз знаний и нормализацией нечеткой логики и искусственных нейронных сетей данных для обучения.
	Уметь: – проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений;	Умеет: – проводить оценку и обоснование рекомендуемых программно-аппаратных решений для построения систем на базе нечеткой ло-

	<ul style="list-style-type: none"> – вырабатывать варианты реализации программного обеспечения; – применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, программных интерфейсов. 	<ul style="list-style-type: none"> гики и искусственных нейронных сетей; – анализировать предметную область для построения проблемно-ориентированных моделей; – применять методы и средства построения баз знаний и нормализации нечеткой логики и искусственных нейронных сетей данных для обучения.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализом возможностей реализации требований к программному обеспечению; – навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; – методами проектирования структур данных; – методами проектирования программных интерфейсов; – навыками осуществления обучения и наставничества. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализом возможностей реализации нечеткой логики и искусственных нейронных сетей требований к программному обеспечению для построения систем на базе нечеткой логики и искусственных нейронных сетей; – навыками разработки технических заданий и делегирования подзадач внутри команды разработчиков; – обширной теоретической базы для дальнейших возможностей самообразования.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам.раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. Нечеткая логика.	60	5	10	10	35
1.	Тема 1. Основы нечетких множеств. Понятие нечетких множеств.	12	1	2	2	7
2.	Тема 2. Функции принадлежности.	12	1	2	2	7
3.	Тема 3. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения. Лингвистическая переменная. Нечеткие величины, числа и интервалы.	12	1	2	2	7
4.	Тема 4. Нечеткое высказывание. Логические операции с нечеткими высказываниями. Вывод	12	1	2	2	7

	в нечеткой логике.					
5.	Тема 5. Правила нечетких продукций. Этапы нечеткого вывода. Алгоритмы нечеткого вывода.	12	1	2	2	7
	Раздел 2. Искусственные нейронные сети.	48	3	6	6	33
6.	Тема 6. Общая классификация искусственных нейронных сетей.	12	1	2	2	7
7.	Тема 7. Основные понятия и определения нечетких нейронных (гибридных) сетей. Обучение нечеткой нейронной сети.	12	1	2	2	7
8.	Тема 8. Обучение с учителем. Алгоритм обратного распространения ошибки.	11		2	2	7
9.	Тема 9. Обучение без учителя.	13	1			12
	<i>Зачет</i>					
	<i>Итого за 8 семестр</i>	<i>108</i>	<i>8</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>68</i>
	в т. ч. практическая подготовка	4				
	ИТОГО:	108	8	16	16	68

Очно-заочная форма обучения не реализуется.

Заочная форма не реализуется.

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущий контроль

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста.

Типовой вариант контрольной работы

Задание 1. Установить и настроить набор библиотек для построения систем нечеткого вывода Scikit-Fuzzy.

Задание 2. Продемонстрировать решение задачи чаевых (The Tipping Problem, см. документацию Scikit-Fuzzy.)

Задание 3. Установить и настроить систему для машинного обучения TensorFlow внутри виртуальной машины VirtualBox.

Задание 4. Произвести обучение нейросети (перцептрон) для распознавания рукописных символов с использованием базы данных рукописных символов MNIST.

Задание 5. Разработать базу правил нечеткой логики в форме Такаги-Суджено для управления климатической системой жилого помещения.

Задание 6. Разработать техническое задание и пример базы знаний в форме Мамдани для оценки состояния больного.

Типовой вариант тестовых заданий

A1. Нечетким множеством называется:

а) совокупность пар $\{ \langle x, \mu_A(x) \rangle \mid x \in U \}$

б) множество значений функции принадлежности

в) множество элементов, чья вероятность обладания данным свойством больше нуля

A2. Функция принадлежности используется для:

а) выражения степени принадлежности элемента данному нечеткому множеству

б) выражения степени принадлежности нечеткого множества данному классу объектов

в) выражения вероятности попадания данного элемента в заданное нечеткое множество

A3. Степенью принадлежности элемента x называется:

а) характеристика, показывающая в какой степени x является элементом данного нечеткого множества

б) значение функции принадлежности, вычисленной на аргументе x

в) вероятность обладания элементом x свойством, характеризующим данное нечеткое множество

A4. α -уровнем нечеткого множества A называется:

а) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A не меньше α

б) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A больше α

в) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A не больше α

г) множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству A равна α

A5. Точкой перехода называется:

а) элемент, степень принадлежности которого равна высоте данного нечеткого множества

б) элемент, степень принадлежности которого равна половине высоты данного нечеткого множества

в) элемент, степень принадлежности которого равна **0,5**

г) элемент, не принадлежащий носителю данного нечеткого множества

A6. Какие свойства не выполняются для максиминных операций?

а) ассоциативности

б) дистрибутивности

в) идемпотентности

г) **исключения третьего**

д) **противоречия**

A7. Какие свойства не выполняются для алгебраических операций?

а) ассоциативность

б) дистрибутивность

в) идемпотентность

г) **исключение третьего**

д) **противоречие**

A8. Какие свойства не выполняются для алгебраических операций?

а) ассоциативность

б) **дистрибутивность**

в) **идемпотентность**

г) исключение третьего

д) противоречие

A9. Выберите правильную запись T-нормы.

а) **$T(a,b) = ab$**

б) **$T(a,b) = \max(0, a+b-1)$**

в) $T(a,b) = a+b-ab$

A10. При каком определении операций объединения и пересечения нечетких множеств не выполняются законы противоречия и исключения третьего?

а) **максиминном**

б) **алгебраическом**

в) **ограниченном**

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету.

**Вопросы к зачету
(8 семестр, очная форма обучения)**

1. Понятие нечетких множеств
2. Функция принадлежности
3. Кусочно-линейные функции принадлежности
4. Z-образные и S-образные функции принадлежности
5. П-образные функции принадлежности
6. Построение функций принадлежности
7. Основные характеристики нечетких множеств
8. Операции над нечеткими множествами
9. Нечеткие отношения
10. Лингвистическая переменная. Нечеткие величины, числа и интервалы
11. Основы нечеткой логики. Системы нечеткого вывода
12. Нечеткое высказывание. Логические операции с нечеткими высказываниями
13. Вывод в нечеткой логике
14. Нечеткие лингвистические высказывания
15. Правила нечетких продукций
16. Этапы нечеткого вывода
17. Алгоритмы нечеткого вывода
18. Понятие нечетких нейронных (гибридных) сетей
19. Основные понятия и определения нечетких нейронных (гибридных) сетей
20. Архитектура нечеткой нейронной сети ANFIS (Adaptive Network based Fuzzy Inference System)
21. Архитектура NNFLC (Neurons Network Fuzzy Logic Controller)
22. Архитектура TSK (Takagi, Sugeno, Kang a)
23. Обучение нечеткой нейронной сети
24. Обучение нечеткой нейронной сети ANFIS
25. Обучение нечеткой нейронной сети TSK
26. Алгоритм нечеткой самоорганизации C-means
27. Алгоритм обратного распространения ошибки для сети TSK
28. Алгоритмы оптимизации нечеткой нейронной сети.
29. Общая классификация искусственных нейронных сетей.
30. Перцептрон прямого распространения.
31. Теорема Цыбенко.
32. Сети Хопфилда.
33. Радиально-базисные нейронные сети.
34. Рекуррентные нейронные сети.
35. Сверточные нейронные сети.
36. Обучение с учителем.
37. Алгоритм обратного распространения ошибки.
38. Обучение без учителя.
39. Обучение с подкреплением.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Горбаченко, В. И. Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети : учебник для вузов / В. И. Горбаченко, Б. С. Ахметов, О. Ю. Кузнецова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 105 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08359-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563139> (дата обращения: 21.04.2025).
2. Станкевич, Л. А. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для вузов / Л. А. Станкевич. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 478 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20363-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560754> (дата обращения: 21.04.2025).
3. Загорулько, Ю. А. Искусственный интеллект. Инженерия знаний : учебное пособие для вузов / Ю. А. Загорулько, Г. Б. Загорулько. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 93 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07198-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/540987> (дата обращения: 21.04.2025).

4.2. Дополнительная литература

1. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07467-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/viewer/sistemy-iskusstvennogo-intellekta-451721#page/1> (дата обращения: 30.08.2022).

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	https://infourok.ru/	Инфоурок: образовательный интернет-проект России. Включает: конспекты уроков, презентации, тесты, видеоуроки и другие материалы по предметам школьной программы.	Свободный доступ
2.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

3.	www.intuit.ru/studies/courses	Информатика [Электронный ресурс] : открытые интернет-курсы «Интуит» //национальный открытый университет «Интуит»	Свободный доступ
----	--	--	------------------

VI.СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
3.	https://urait.ru/	Образовательная платформа Юрайт — образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов — преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- LibreOffice;
- Google Chrome / Mozilla Firefox
- VrtualBox
- IPython 6.0 / JupyterLab
- SWI-Prolog

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, оснащенной персональными компьютерами с возможностью работы системы виртуализации VirtualBox.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.