

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 18.03.2025 14:53:16 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6c77a486b0a9788b9322737	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Теория нечетких множеств в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профиль) Прикладная математика и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
---	--	---	--------

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Теория нечетких множеств в системах искусственного интеллекта

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Прикладная математика и искусственный интеллект

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год набора 2024

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2023 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение методов и подходов теории нечетких множеств и нечеткой логики как инструмента работы с системами искусственного интеллекта. Задачи дисциплины: 1. Получить знания об аппарате теории нечетких множеств, областях ее применения. 2. Получить углубленные знания об использовании теории нечетких множеств для создания систем искусственного интеллекта.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.10

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Алгоритмы машинного обучения

Математический анализ

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-7: Способен осуществлять концептуальное моделирование проблемной области и проводить формализацию представления знаний в системах искусственного интеллекта

Знать:

[ПК-3.1. 3-1.] методы концептуального моделирования в аспектах построения объектных, функциональных и поведенческих моделей проблемной области;
[ПК-3.1. 3-2.] методы построения онтологий в виде таксономий объектов, установления семантических отношений и определения аксиоматики формирования классов объектов;
[ПК-3.2. 3-1.] методы представления знаний, основанные на отображении объектного, функционального (процедурного) и поведенческого видов знаний, и критерии их выбора;
[ПК-3.2. 3-2.] методы проектирования базы знаний с использованием различных классов методов представления знаний

Уметь:

[ПК-3.1. У-1.] применять методы концептуального моделирования проблемной области в аспектах построения объектных, функциональных и поведенческих моделей проблемной области;
[ПК-3.1. У-2.] отображать концептуальные модели проблемной области с помощью инструментальных средств построения онтологий и выполнять запросы и навигацию по структуре онтологии;
[ПК-3.2. 3-1.] выбирать методы представления знаний в зависимости от класса решаемых задач;
[ПК-3.2. У-2.] проектировать базу знаний с использованием различных классов методов представления знаний

Владеть:

проектированием базы знаний с учётом класса решаемых задач

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы представления знаний, основанные на отображении объектного, функционального (процедурного) и поведенческого видов знаний, и критерии их
3.1.2	выбора; методы проектирования базы знаний с использованием различных классов методов представления знаний
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать методы представления знаний в зависимости от класса решаемых задач; проектировать базу знаний с использованием различных классов методов представления знаний
3.3	Владеть:
3.3.1	проектирования базы знаний с учётом класса решаемых задач



4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 48 самостоятельная работа : 19,5 : контактная работа: 52,5 ИКР: 4,5	Виды контроля в семестрах: зачеты с оценкой 8

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Предмет и задачи курса. Определение нечетких множеств. Операции над ними, свойства операций. Нечеткие числа. Методы задания нечетких множеств.			
1.1	Предмет и задачи курса. Определение нечетких множеств: универсальное множество и функция принадлежности. Операции над нечеткими множествами и их свойства. Понятие и виды нечетких чисел. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
1.2	Методы задания нечетких множеств. Способы построения функции принадлежности: по массивам данных, по экспертным оценкам. Метод иерархий Саати, метод упорядочивания последовательности принимаемых значений. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
1.3	Определение нечетких множеств и нечетких чисел. Операции над ними. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
1.4	Методы задания нечетких множеств. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
1.5	Подготовка к лабораторным работам, написание отчетов. /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 2. Множества уровня нечетких множеств.			
2.1	Множества уровня нечетких множеств. Определение множества уровня, теорема о разложении нечеткого множества по элементарным. Теоремы о множествах уровня. Принцип обобщения Заде. Принятие решения, основанного на множестве уровня. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
2.2	Множества уровня нечетких множеств. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
2.3	Подготовка к лабораторным работам, написание отчетов. /Ср/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 3. Характеристики нечетких множеств.			
3.1	Характеристики нечетких множеств: ядро, носитель, высота, поперечные точки. Расстояние между нечеткими множествами: евклидово, расстояние Хемминга. Индекс нечеткости. Свойства индекса нечеткости. /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2Л2.1
3.2	Характеристики нечетких множеств. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
3.3	Индекс нечеткости. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
3.4	Подготовка к лабораторным работам, написание отчетов. /Ср/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 4. Методы дефаззификации.			
4.1	Методы дефаззификации: метод максимума, первого максимума, центра масс, взвешенной точки, высотной дефаззификации, среднего максимума. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
4.2	Методы дефаззификации. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1



Рабочая программа дисциплины "Теория нечетких множеств в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Прикладная математика и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
4.3	Подготовка к лабораторным работам, написание отчётов. /Ср/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 5. Лингвистическая переменная. Композиционное правило вывода.			
5.1	Нечеткая логика как обобщение булевой логики. Нечеткие операции "не", "или", "и". Лингвистические неопределенности типа "очень", "много", "слегка". Определение лингвистической переменной. Композиционное правило вывода. Способы задания импликации: Годеля, Мамдани, Ларсена, Лукасевича. /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
5.2	Лингвистическая переменная. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
5.3	Подготовка к лабораторным работам, написание отчётов. /Ср/	8	1	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 6. Нечеткие множества для систем искусственного интеллекта. Нечеткая регрессия. Нечеткая модель вывода. Нечеткая классификация и кластеризация.			
6.1	Нечеткая модель вывода, заданная конечным числом высказываний вида <<если A_i , то B_i >> и способы ее агрегирования. Непротиворечивые нечеткие высказывания. Устойчивые нечеткие модели. Нечеткие регуляторы. /Лек/	8	3	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.2	Нечеткая регрессия. Линейная регрессия с нечеткими параметрами. /Лек/	8	3	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.3	Нечеткая классификация и кластеризация. Алгоритм k – средних. Нечеткий алгоритм c – средних. /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.4	Нечеткая модель вывода. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.5	Нечеткая регрессия. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.6	Нечеткая классификация. /Лаб/	8	2	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.7	Нечеткая кластеризация. /Лаб/	8	4	Л1.1 Л1.2Л2.1
6.8	Подготовка к лабораторным работам, написание отчётов. /Ср/	8	4	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 7. Иная контактная работа			
7.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль. /КурсР/	8	4,5	Л1.1 Л1.2Л2.1
	Раздел 8. Подготовка к дифференцируемому зачету			
8.1	Подготовка к дифференцируемому зачету. /Ср/	8	8,5	Л1.1 Л1.2Л2.1

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Лабораторная работа №1.
Лабораторная работа №2.
Лабораторная работа №3.
Лабораторная работа №4.
Лабораторная работа №5.
Лабораторная работа №6.
Лабораторная работа №7.
Лабораторная работа №8.
Лабораторная работа №9.
Лабораторная работа №10.
Лабораторная работа №11.
Итоговый тест.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Типовые задания для лабораторных работ:
см. приложение.



Рабочая программа дисциплины "Теория нечетких множеств в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Прикладная математика и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 6

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Типовые задания для итогового теста:
см. приложение.

6.4. Критерии оценивания

Лабораторные работы № 1 - 11.

3 балла: задание выполнено полностью, 2 балла: задание выполнено полностью, но допущены незначительные ошибки, или задание выполнено более, чем 50%, 1 балл: задание выполнено полностью, но допущены серьезные ошибки, или задание выполнено менее, чем 50%, 0 баллов: задание не выполнено.

Итоговый тест:

Итоговый тест состоит из 15 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенции. На ответы отводится 1 час. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. За неправильные ответы или их отсутствие баллы не начисляются.

Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может повысить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации – итоговый тест. Тест содержит 15 вопросов, на выполнение теста дается 60 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации согласно положению о балльно-рейтинговой системе. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день дифференцируемого зачета при личном присутствии студента.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Демидова Г. Л., Лукичев Д. В.	Регуляторы на основе нечеткой логики в системах управления техническими объектами (https://e.lanbook.com/book/110432)	Санкт- Петербург : НИУ ИТМО, 2017	ЭБС
Л1.2	Броневич А. Г., Лепский А. Е.	Нечеткие модели анализа данных и принятия решений: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699504)	Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2022	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Москвитин А. А.	Данные, информация, знания: методология, теория, технологии: монография (https://e.lanbook.com/book/206267)	Санкт- Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Python

LibreOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992

2. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.



3. Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/> – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (компьютерная техника с подключением к сети "Интернет", предустановленным программным обеспечением MS Office, Python для лабораторных занятий).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, такие как презентации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

см. приложение.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «EIBraile-W14J G2»; ноутбуки с программой экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации NVDA, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clever с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,



- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Методические рекомендации по освоению дисциплины «Теория нечетких множеств в системах искусственного интеллекта»

Лекционные занятия и лабораторные работы по дисциплине «Теория нечетких множеств в системах искусственного интеллекта» позволяют получить теоретические и практические знания использования изучаемых понятий и терминов для создания и применения теории нечетких множеств в системах искусственного интеллекта.

Результаты выполнения лабораторных работ представляются в виде отчета, который состоит из следующих пунктов:

1. Тема.
2. Цель работы.
3. Задание.
4. Алгоритм решения задачи.
5. Текст программы.
6. Результаты работы программы.
7. Выводы.

Порядок выполнения лабораторных работ

1. Изучить теоретический материал по теме лабораторной работы;
2. Составить программу на языке программирования Python для заданного варианта задания;
3. Выполнить отладку составленной программы;
4. Составить и защитить отчет по лабораторной работе.

Типовые контрольные вопросы по лабораторным работам:

1. Сформулируйте понятие нечеткого множества и сравните его с понятием обычного множества.
2. Назовите виды нечетких чисел.
3. Перечислите способы задания нечетких множеств, в каких случаях можно использовать каждый из них?
4. Дайте определение множества уровня нечеткого множества. Назовите ситуации, в которых они применяются.
5. Что называют носителем нечеткого множества?
6. Перечислите характеристики нечетких множеств, поясните их смысл.
7. В чем заключается дефаззификация, какими методами она осуществляется?
8. Дайте понятие лингвистической переменной.

9. Приведите примеры лингвистической переменной из различных областей науки.
10. Какие функции импликации Вы знаете?
11. При каких начальных условиях может быть использована нечеткая линейная регрессия?
12. Какой вид имеет уравнение линейной регрессии для случая нечетких параметров?
13. Что представляют собой классы в рамках задачи нечеткой классификации?
14. Назовите особенности, достоинства и недостатки алгоритма нечеткой кластеризации с – means (FCM).

Рекомендации по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа включает в себя подготовку к лабораторным работам, доработку лабораторных работ и подготовку к дифференцируемому зачету.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- подготовку к лабораторным занятиям, а именно проработку теоретического материала по учебникам или конспекту лекций с обязательным разбором приведенных примеров;
- доработку лабораторных работ, то есть доработку отчетов и устранение недостатков в программном коде (при необходимости);
- подготовку к дифференцируемому зачету.

При планировании времени на самостоятельную работу студентам необходимо предусмотреть регулярное повторение пройденного материала. Теоретический материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

Студент обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

Лабораторная работа №1 «Определение нечетких множеств и нечетких чисел. Операции над ними»

1. Для нечетких множеств

$$A = \{(1|0,4), (2|0,1), (3|0,9), (4|0,5), (5|0,2), (6|0,8)\} \text{ и}$$

$$B = \{(1|0,3), (2|0,8), (3|1), (4|0,2), (5|0,8), (6|0,5)\}.$$

Найти их пересечение, объединение, дополнения, вычислить разности и дизъюнктивную сумму. Данные операции выполнить на языке программирования Python, построить графики при помощи библиотеки Matplotlib.

2. Пусть $X = [0; 120]$ – возможный возраст человека. Выступая в роли эксперта, постройте графики функций принадлежности следующих нечетких множеств: A – молодой, B – старый, C – очень молодой, D – не старый, E – средней возрастной группы. Запишите функции принадлежности для каждого получившегося множества, постройте их графики, используя библиотеку Matplotlib.

Лабораторная работа №2 «Методы задания нечетких множеств»

1. Найдите функцию принадлежности $\mu_A(x)$, $x \in X = \{x_1, x_2, x_3\}$ нечеткому множеству A по экспертной информации о парных сравнениях значений функции принадлежности, заданных в виде матрицы

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 1 + \sqrt{5} & 3 - \sqrt{5} \\ \frac{1}{4}(\sqrt{5} - 1) & 1 & 2 + \sqrt{5} \\ \frac{1}{4}(3 + \sqrt{5}) & \sqrt{5} - 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- а) методом собственных значений
- б) оптимизационным методом

Лабораторная работа №3 «Множества уровня нечетких множеств»

1. Разложите нечеткое множество по множествам уровня: $A = \{(x_1|0,4), (x_2|0,1), (x_3|0,9), (x_4|0,5), (x_5|0,2), (x_6|0,8)\}$

2. Пусть U – множество дисциплин, изучаемых в текущем семестре. Присвойте номер каждой дисциплине и, выступая в роли эксперта, ранжируйте дисциплины по одному из критериев (например, насколько вам нравится эта дисциплина, насколько она понятна, хотели ли бы вы изучать ее глубже и т.д.). Ранжирование необходимо произвести исходя из отношений предпочтения (гораздо больше, больше, чуть больше, больше или равно, равноценны). Воспользовавшись методом упорядочения последовательности принимаемых значений записать нечеткое множество и разложить его по множествам уровня.

Лабораторная работа №4 «Характеристики нечетких множеств»

1. Найдите линейное и квадратичное расстояние между нечеткими множествами A и B , если

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < 0.5 \text{ и } x > 3.5, \\ 3 - |x - 1| - |x - 3|, & 0.5 \leq x \leq 3.5, \end{cases}$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \text{ и } x > 4, \\ 1 - \frac{1}{2}|x - 2|, & 0 \leq x \leq 4. \end{cases}$$

2. Для нечетких множеств из предыдущего примера графически изобразите функцию принадлежности, а также вычислите носитель, поперечные точки, высоту и ядро.

Лабораторная работа №5 «Индекс нечеткости»

1. Вычислите линейный и квадратичный индексы нечеткости для треугольного нечеткого числа, заданного тройкой (1, 5, 12), высота нечеткого множества равна 1.

Лабораторная работа №6 «Методы дефаззификации»

1. Воспользовавшись методом центра масс и методом взвешенной точки, выделить конкретное значение из нормального трапецеидального нечеткого числа (1, 5, 12, 20). Изобразить графически нечеткое число.

Лабораторная работа №7 «Лингвистическая переменная и композиционное правило вывода»

1. Пусть $U = \{a, b, c, d, e\}$ - множество молодых людей. На U задано нечеткое множество $A = \{\text{молодой человек хорошо программирует}\}$:

$$A = \{(a|0,4), (b|0,1), (c|0,9), (d|0,5), (e|0,2)\}$$

а) Используя операции концентрирования и растяжения, записать множества: $B = CON(A) = \{\text{молодой человек очень хорошо программирует}\}$ $C = DIL(A) = \{\text{молодой человек не слишком хорошо программирует}\}$;

б) Записать множество C , используя оператор увеличения нечеткости:

$$K = \begin{pmatrix} 0.9 & 1 & 0.5 & 0.2 \\ 0.8 & 0.4 & 0.6 & 0.1 \\ 0.5 & 0.1 & 0.7 & 1 \\ 0 & 0.2 & 0.8 & 0.4 \\ 0 & 0 & 0.7 & 0.3 \end{pmatrix}$$

Лабораторная работа №8 «Нечеткая модель вывода»

Рассмотрим задачу управления фирмой, когда возможными управленческими действиями являются:

x_1 — сдерживание заработной платы рабочих;

x_2 — вложение в оборудование;

x_3 — введение автоматизированных механизмов;

x_4 — усиление активности по рекламе продукции фирмы;

x_5 — вложение в исследования и разработки.

Результатами этих действий являются следующие выходные параметры:

y_1 — увеличение продаж;

y_2 — увеличение прибыли;

y_3 — увеличение производительности;

y_4 — увеличение темпов.

Возможные управленческие действия и возможные результаты оценивают две группы экспертов. В результате их опроса построены две связки «если A_i , то B_i », $i = 1, 2$. Здесь все A_i и B_i являются нечеткими множествами универсальных множеств $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ и $Y = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$ соответственно. Допустим, что

$$A_1 = \{(x_1 | 1); (x_2 | 0,8); (x_3 | 0,4); (x_4 | 0); (x_5 | 0)\};$$

$$B_1 = \{(y_1 | 0); (y_2 | 0,4); (y_3 | 0,8); (y_4 | 1)\};$$

$$A_2 = \{(x_1 | 0); (x_2 | 0,1); (x_3 | 0,6); (x_4 | 0,8); (x_5 | 1)\};$$

$$B_2 = \{(y_1 | 1); (y_2 | 0,6); (y_3 | 0,1); (y_4 | 0)\}.$$

Зададим сформулированное управленческое решение входным нечетким множеством

$$A^+ = \{(x_1 | 0); (x_2 | 0,6); (x_3 | 1); (x_4 | 0); (x_5 | 0)\}.$$

Воспользовавшись функцией импликации Мамдани, правилом вывода \diamond , сделать вывод о результате управленческого действия.

Лабораторная работа №9 «Нечеткая регрессия»

Найдите нечеткую линейную регрессию прибыли от поставок товаров в рамках возможностной модели, если выходные выборочные значения являются нечеткими числами, которые вместе с входными числовыми значениями заданы в таблице. Решите задачу для $h = 0,8$.

Данные для нечеткой линейной регрессии: неразмытые входные данные, размытые входные данные

x_i	3	1	3	0	3
Y_i	(0.5; 1; 1.5)	(1; 2; 3)	(4; 5; 6)	(3; 4; 5)	(0; 0; 0)

Лабораторная работа №10 «Нечеткая классификация»

Классифицируйте входные образы-успеваемости студентов $x_1 = 3,95$ и $x_2 = 3,125$ по трем нечетким классам – множествам $A = \{\text{студенты с высокой успеваемостью}\}$, $B = \{\text{студенты со средней успеваемостью}\}$, $C = \{\text{студенты с низкой успеваемостью}\}$ с функциями принадлежности

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \in [2; 3), \\ 2 - \frac{5}{x}, & x \in [3; 5], \end{cases}$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} \frac{1}{|2x - 7|} - \frac{1}{3}, & x \in [2, 3] \cup [4, 5], \\ \frac{2}{3(|2x - 7| - 2)} + \frac{4}{3}, & x \in (3, 4), \end{cases}$$

$$\mu_C(x) = \begin{cases} \frac{4}{3} - \frac{1}{5 - x}, & x \in [2; 4), \\ 0, & x \in [4; 5], \end{cases}$$

с помощью правила максимума функции принадлежности: а) беспорогового; б) порогового с порогами $\alpha_1 = 0,7$ и $\alpha_2 = 0,8$.

Лабораторная работа №11 «Нечеткая кластеризация»

Реализуйте алгоритм нечеткой кластеризации c – means для кластеризации выборки из $N = 15$ данных размерности $n = 2$ на два класса. Постройте график.

Вопрос 1. Какие из следующих записей задают нечеткое множество универсального множества $X=\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$?

Варианты ответов

1. $A=\{(x_1| 2), (x_2| 0,4), (x_3| 0,3), (x_4| 1,5)\}$; 2. $A=\{(x_1| \mathbf{0,2}), (x_2| \mathbf{0,5}), (x_3| \mathbf{0,3}), (x_4| \mathbf{0,9})\}$;
3. $A=\{(x_1| -3), (x_2| 0,8), (x_3| 0,2), (x_4| 0,4)\}$; 4. $A=\{(x_1| 0,3), (x_2| 0,6), (x_3| 5), (x_4| 1)\}$.

Вопрос 2. Вычислить объединение $C=A\vee B$ двух нечетких множеств универсального множества $X=\{x_1, x_2, x_3\}$.

$$A=\{(x_1| 0,5), (x_2| 0,5), (x_3| 0,8)\}; B=\{(x_1| 0,6), (x_2| 0,3), (x_3| 0,7)\}.$$

Варианты ответов

1. $C=\{(x_1| 0,1), (x_2| 0,5), (x_3| 0,2)\}$; 2. $C=\{(x_1| 0,5), (x_2| 0,3), (x_3| 0,7)\}$;
3. $C=\{(x_1| 0,3), (x_2| 0,9), (x_3| 0,5)\}$; 4. $C=\{(x_1| \mathbf{0,6}), (x_2| \mathbf{0,5}), (x_3| \mathbf{0,8})\}$.

Вопрос 3. Вычислить пересечение $C=A\wedge B$ двух нечетких множеств универсального множества $X=\{x_1, x_2, x_3\}$.

$$A=\{(x_1| 0,5), (x_2| 0,6), (x_3| 0,2)\}; B=\{(x_1| 0,1), (x_2| 0,1), (x_3| 0,6)\}.$$

Варианты ответов

1. $C=\{(x_1| 0), (x_2| 0,5), (x_3| 0,2)\}$; 2. $C=\{(x_1| 0,4), (x_2| 0), (x_3| 0,2)\}$;
3. $C=\{(x_1| \mathbf{0,1}), (x_2| \mathbf{0,1}), (x_3| \mathbf{0,2})\}$; 4. $C=\{(x_1| 0,4), (x_2| 0,1), (x_3| 0,2)\}$.

Вопрос 4. Вычислить объединение $C=\bar{A}\vee B$ двух нечетких множеств \bar{A} и B универсального множества $X=\{x_1, x_2, x_3\}$. Здесь \bar{A} – дополнение к нечеткому множеству A универсального множества $X=\{x_1, x_2, x_3\}$.

$$A=\{(x_1| 0,5), (x_2| 0,6), (x_3| 0,4)\}; B=\{(x_1| 0,8), (x_2| 0,2), (x_3| 0,6)\}.$$

Варианты ответов

1. $C=\{(x_1| 0,5), (x_2| 0,4), (x_3| 0,6)\}$; 2. $C=\{(x_1| \mathbf{0,8}), (x_2| \mathbf{0,4}), (x_3| \mathbf{0,6})\}$;
3. $C=\{(x_1| 0,4), (x_2| 0,8), (x_3| 1)\}$; 4. $C=\{(x_1| 0,3), (x_2| 0,4), (x_3| 0,2)\}$.

Вопрос 5. Вычислить пересечение $C = \bar{A} \wedge B$ двух нечетких множеств \bar{A} и B универсального множества $X = \{x_1, x_2, x_3\}$. Здесь \bar{A} – дополнение к нечеткому множеству A универсального множества $X = \{x_1, x_2, x_3\}$.

$$A = \{(x_1 | 0,5), (x_2 | 0,4), (x_3 | 0,8)\}; B = \{(x_1 | 0,6), (x_2 | 0,1), (x_3 | 0,7)\}.$$

Варианты ответов

1. $C = \{(x_1 | 0,6), (x_2 | 0,4), (x_3 | 0,8)\}$; 2. $C = \{(x_1 | 0,5), (x_2 | 0,1), (x_3 | 0,2)\}$;
3. $C = \{(x_1 | 0,3), (x_2 | 0,9), (x_3 | 0,5)\}$; 4. $C = \{(x_1 | 0,4), (x_2 | 0,1), (x_3 | 0,2)\}$.

Вопрос 6. Определить ядро $core A$ нечеткого множества A .

$$A = \{(x_1 | 1), (x_2 | 0), (x_3 | 0,4), (x_4 | 0,2)\}.$$

Варианты ответов.

1. $core A = \{x_3, x_4\}$; 2. $core A = x_2$; 3. $core A = x_3$; 4. $core A = x_1$.

Вопрос 7. Определить носитель $supp A$ нечеткого множества A .

$$A = \{(x_1 | 0,2), (x_2 | 1), (x_3 | 0,3), (x_4 | 0)\}.$$

Варианты ответов.

1. $supp A = \{x_1, x_2\}$; 2. $supp A = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$; 3. $supp A = \{x_1, x_3\}$; 4. $supp A = \{x_1, x_2, x_3\}$.

Вопрос 8. Определить высоту $hgt A$ нечеткого множества A .

$$A = \{(x_1 | 0,1), (x_2 | 0,7), (x_3 | 0,4), (x_4 | 0)\}.$$

Варианты ответов.

1. $hgt A = 1$; 2. $hgt A = 0,4$; 3. $hgt A = 0,7$; 4. $hgt A = x_4$.

Вопрос 9. Для нечеткого множества A универсального множества $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ вычислить множество уровня $A(0,3)$.

$$A = \{(x_1 | 0,5), (x_2 | 0,6), (x_3 | 0,3)\};$$

Варианты ответов.

1. $A(0,3) = \{x_1, x_3\}$; 2. $A(0,3) = \{x_2, x_3\}$; 3. $A(0,3) = \{x_1, x_2\}$; 4. $A(0,3) = \{x_1, x_2, x_3\}$.

Вопрос 10. Определить линейный индекс нечеткости $d(A)$ нечеткого множества A .

$$A = \{(x_1 | 0,3), (x_2 | 0,3), (x_3 | 0,5), (x_4 | 0,4)\}.$$

Варианты ответов.

1. $d(A)=1$; 2. $d(A)=0,6$; 3. $d(A)=0$; **4. $d(A)=0,75$.**

Вопрос 11. Для нечетких множеств A и B универсального множества $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ вычислить множество уровня $C(0,4)$ их объединения $C = A \vee B$.

$$A = \{(x_1 | 0,4), (x_2 | 0,3), (x_3 | 0)\}, B = \{(x_1 | 0,5), (x_2 | 0,6), (x_3 | 0,1)\}$$

Варианты ответов

1. $C(0,4) = \{x_1, x_2\}$; 2. $C(0,4) = \{x_2\}$; 3. $C(0,4) = \{x_2, x_3\}$; 4. $C(0,4) = \{x_3\}$.

Вопрос 12. Для нечетких множеств A и B универсального множества $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ вычислить множество уровня $C(0,5)$ их пересечения $C = A \wedge B$.

$$A = \{(x_1 | 0,3), (x_2 | 0,5), (x_3 | 0,4)\}, B = \{(x_1 | 0,2), (x_2 | 0,6), (x_3 | 0,6)\}$$

Варианты ответов

1. $C(0,5) = \{x_3\}$; **2. $C(0,5) = \{x_2\}$** ; 3. $C(0,5) = \{x_2, x_3\}$; 4. $C(0,5) = \{x_1\}$.

Вопрос 13. Вычислить расстояние $d(A;B)$ Хемминга между двумя нечеткими множествами A и B .

$$A = \{(x_1 | 0,5), (x_2 | 0,1), (x_3 | 0,6), (x_4 | 0,8)\}; B = \{(x_1 | 0,4), (x_2 | 0,1), (x_3 | 0), (x_4 | 0,7)\}.$$

Варианты ответов.

1. $d(A;B)=1,4$; **2. $d(A;B)=0,8$** ; 3. $d(A;B)=0$; 4. $d(A;B)=1$.

Вопрос 14. Вычислить сумму $C = A \oplus B$ двух нечетких чисел A и B .

$$A = \{(1 | 0,2), (2 | 0,1), (3 | 0,3)\}; B = \{(1 | 0,2), (2 | 0,3)\}.$$

Варианты ответов

1. $C = \{(2 | 0,2), (3 | 0,2), (4 | 0,2), (5 | 0,3)\}$, 2. $C = \{(2 | 0), (3 | 0,4), (4 | 0,1), (5 | 0)\}$,
3. $C = \{(1 | 0,1), (3 | 0,4), (4 | 0,1), (5 | 0)\}$, 4. $C = \{(2 | 0,1), (3 | 0), (4 | 0,1), (5 | 0)\}$.

Вопрос 15. Вычислить произведение $C=3 \times A$ нечеткого числа A на число 5.

$$A = \{(1 \mid 0,5), (2 \mid 0,7), (3 \mid 0,2)\}.$$

Варианты ответов

1. $C = \{(2 \mid 0,1), (3 \mid 0,4), (4 \mid 0,1), (5 \mid 0)\}$, 2. $C = \{(1 \mid 1,5), (2 \mid 3,5), (3 \mid 0,5)\}$,

3. $C = \{(5 \mid 0,4), (10 \mid 0,1), (15 \mid 0)\}$, 4. $C = \{(2 \mid 0,4), (6 \mid 0), (9 \mid 0,1)\}$.

