

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра информационных систем и математических методов в экономике**

**Авторы-составители: Фролова Наталья Владимировна  
Шишкин Владимир Андреевич**

Рабочая программа дисциплины  
**НЕЧЕТКИЕ МНОЖЕСТВА И НЕЙРОСЕТИ**  
Код УМК 97262

Утверждено  
Протокол №11  
от «05» июля 2023 г.

Пермь, 2023

## **1. Наименование дисциплины**

Нечеткие множества и нейросети

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **38.03.05** Бизнес-информатика  
направленность Бизнес-аналитика

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Нечеткие множества и нейросети** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**38.03.05** Бизнес-информатика (направленность : Бизнес-аналитика)

**ПК.3** Способен к планированию и организации аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных

#### **Индикаторы**

**ПК.3.1** Разрабатывает, обсуждает и утверждает содержание аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	38.03.05 Бизнес-информатика (направленность: Бизнес-аналитика)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Нечёткая логика и нейронные сети**

#### **Входное тестирование**

Проверка уровня знаний по математике, статистике и логике.

#### **1. Нечёткие множества**

Понятие нечёткого множества. Основные характеристики нечёткого множества. Операции над нечёткими множествами.

Способы определения функции принадлежности нечёткого подмножества универсального множества.

#### **2. Нечёткие величины и нечёткая оптимизация**

Понятие нечёткой величины. Общие черты и отличия между случайными и нечёткими величинами. Нечёткая арифметика.

Сравнение нечётких величин. Нечёткая оптимизация.

#### **3. Нечёткая логика**

Нечёткие и лингвистические переменные. Лингвистическая переменная истинности.

Нечёткий логический вывод.

#### **4. Нейронные сети**

Понятие искусственного нейрона и искусственной нейронной сети.

Персептрон, многослойный персептрон.

Обучение методом обратного распространения ошибки.

Моделирование непрерывных (регрессия) и дискретных (классификация) данных.

#### **5. Обучение с учителем**

Сети на основе радиально-базисных функций.

Машины опорных векторов.

Ассоциативные машины (одно- и многоуровневые).

Свёрточные сети.

#### **6. Обучение без учителя**

Самоорганизующиеся карты Кохонена.

#### **7. Обучение с подкреплением**

Понятие об обучении с подкреплением.

#### **8. Динамические нейросетевые модели**

Понятие о динамических нейросетевых моделях.

#### **Итоговый тест**

Проверка теоретически знаний и практических навыков по всему курсу.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Томасова, Д. А. Стратегический анализ с применением размытой логики и теории нечетких множеств : учебное пособие / Д. А. Томасова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-4486-0784-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/86338.html>

### Дополнительная:

1. Интеллектуальные информационные системы и технологии : учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, В. В. Алексеев [и др.]. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 244 с. — ISBN 978-5-8265-1178-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63850.html>

2. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006, ISBN 5-94774-510-0.-316.- Библиогр.: с. 315

3. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс / С. Хайкин ; пер.: Н. Н. Куссуль, А. Ю. Шелестов ; ред. Н. Н. Куссуль. - Москва: Вильямс, 2006, ISBN 5-8459-0890-6.-1104.

4. Нечеткие задачи в математическом моделировании : методические указания к самостоятельной работе / составители И. А. Седых, В. А. Скопин. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 22 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/22896>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Нечеткие множества и нейросети** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Электронные таблицы
2. Программные пакеты для числовых расчётов и моделирования
3. Программное обеспечение для статистических расчётов

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

1. Лекционные занятия - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (практические занятия) - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия - Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.
4. Самостоятельная работа - аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.
5. Текущий контроль и промежуточная аттестация - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или

маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Требование к аудиториям определяется видом занятий, предусмотренных соответствующим учебным планом.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Нечеткие множества и нейросети**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.3**

**Способен к планированию и организации аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3.1</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает содержание аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных</p>	<p>Знает приёмы использования нечётких множеств и нечёткой логики при выполнении аналитических работ Умеет использовать теорию нечётких множеств и нейронные сети на практике Владеет теорией нечётких множеств, нечёткой логики и нейронными сетями.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает приёмы использования нечётких множеств и нечёткой логики при выполнении аналитических работ Не умеет использовать теорию нечётких множеств и нейронные сети на практике Не владеет теорией нечётких множеств, нечёткой логики и нейронными сетями.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Слабое знание приёмов использования нечётких множеств и нечёткой логики при выполнении аналитических работ Допускает грубые ошибки при использовании теории нечётких множеств и нейронных сетей на практике Недостаточно хорошо владеет теорией нечётких множеств, нечёткой логики и нейронными сетями.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает приёмы использования нечётких множеств и нечёткой логики при выполнении аналитических работ Допускает незначительные ошибки при использовании теории нечётких множеств и нейронных сетей на практике В целом демонстрирует владение теорией нечётких множеств, нечёткой логики и нейронными сетями.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Высокий уровень знания приёмов использования нечётких множеств и нечёткой логики при выполнении аналитических работ Отлично умеет использовать теорию нечётких множеств и нейронные сети на практике</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> Уверенно владеет теорией нечётких множеств, нечёткой логики и нейронными сетями.

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Входное тестирование <b>Входное тестирование</b>	Проверяются знания по теории вероятностей и математической статистике, логике, математике
<b>ПК.3.1</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает содержание аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных	2. Нечёткие величины и нечёткая оптимизация <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать понятие нечёткого множества, нечёткой и лингвистической переменных. Уметь проводить операции над нечёткими множествами, операциями над нечёткими величинами. Постановка задачи нечёткой оптимизации.
<b>ПК.3.1</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает содержание аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных	3. Нечёткая логика <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знать нечёткие и лингвистические переменные, лингвистическую переменную истинности. Уметь делать нечёткий логический вывод.
<b>ПК.3.1</b> Разрабатывает, обсуждает и утверждает содержание аналитических работ, в том числе, с использованием технологий больших данных	Итоговый тест <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знать и уметь использовать основные понятия и методы теории нечётких множеств и нечёткой логики. Знать основные понятия из теории искусственных нейронных сетей. Основные архитектуры нейросетей. Уметь применять методы классификации обучения с учителем и без учителя.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

## Входное тестирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает и умеет использовать основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики: вероятность, случайная величина, статистика, точечные и интервальные оценки и т.п.	4
Знает и умеет использовать основные понятия логики: посылка, следствие, логический вывод, высказывание, предикат и т.п.	3
Знает и умеет использовать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры. Умеет решать уравнения. Знает условия существования экстремума гладкой функции.	3

## 2. Нечёткие величины и нечёткая оптимизация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные понятия теории нечётких множеств. Знает способы задания функции принадлежности нечёткого множества.	10
Умеет работать с нечёткими величинами. Знает способы сравнения нечётких величин.	10
Умеет работать с нечёткими отношениями.	5
Знает варианты задач нечёткой оптимизации.	5

## 3. Нечёткая логика

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет использовать правила нечёткого логического вывода. Умеет выполнять дефаззификацию полученного результата.	10
Знает понятие нечёткой переменной истинности. Умеет определять нечёткие переменные, использующие понятия "не определено" и "неизвестно".	10
Умеет строить системы нечёткого логического вывода.	5
Знает понятия нечёткой и лингвистической переменной. Умеет определять лингвистические переменные с нечёткими значениями.	5

## Итоговый тест

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знание и умение использовать нечёткие множества и нечёткую логику при решении задач с неопределённостью.	15
Знает понятие искусственного нейрона, многослойного персептрон. Многослойная нейросеть как универсальный аппроксиматор.	15
Знание понятий сети на основе радиальных базисных функций и машины опорных векторов. Знание понятия самоорганизующихся нейронных сетей.	5
Знание принципов использования искусственных нейросетей для решения задач регрессии, классификации и кластеризации. Понятие о нейронечётких системах.	5