

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Математических методов исследования операций
Азарнова Т.В.
18.05.2022



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.19 Нечеткая логика и нейронные сети

- 1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**
38.03.05 Бизнес-информатика
- 2. Профиль подготовки/специализации:** Бизнес-аналитика и системы автоматизации предприятий
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Математических методов исследования операций
- 6. Составители программы:** Каширина Ирина Леонидовна, доктор техн. наук, профессор кафедры математических методов исследования операций
- 7. Рекомендована:** НМС факультета Прикладной математики, информатики и механики, протокол №8 от 15.04.2022
- 8. Учебный год:** 2023/2024 **Семестр(-ы):** 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цели изучаемой учебной дисциплины: познакомить с основными технологиями, лежащими в основе методов искусственного интеллекта, ознакомить студентов с основными классами и принципами обучения нейронных сетей, как традиционных, так и основанных на нечеткой логике, сформировать у студентов практические навыки по использованию программ моделирования нейронных сетей и нечеткой логики для анализа и обработке информации.

Задачи дисциплины:

- 1) Обучить студентов основным понятиям нечеткой логики и нейронных сетей,
- 2) Дать представление об областях применения нечетких множеств логики и нейронных сетей в задачах анализа и обработки информации.
- 3) Познакомить с программными средствами для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей,
- 4) Изучить инструментальные интегрированные программные среды разработчиков для применения моделей нечетких множеств и нейронных сетей,
- 5) Изучить технологию создания и использования нейронных сетей,
- 6) Ознакомить с принципами моделирования нечеткой логики и нейронных сетей для решения задач в области бизнес-аналитики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального цикла. Для изучения курса необходимы базовые знания дискретной математики и оптимизации и математических методов принятия решений.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Компетенция | | Планируемые результаты обучения |
|-------------|---|---|
| Код | Название | |
| ОПК-4.2 | Использует методы и программные средства обработки информации | <i>знать:</i> основные определения нечеткой логики и нейронных сетей, области применения нечетких множеств логики и нейронных сетей, технологию создания и использования нейронных сетей, принципы моделирования нечеткой логики и нейронных сетей для решения экономических и производственных задач. <i>уметь:</i> применять программные средства разработки моделей нечеткой логики, нейронных сетей для задач обработки информации <i>владеть (иметь навык(и)):</i> - навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода в задачах обработки и структуризации информации. |
| ОПК-4.3 | Использует методы и программные средства анализа информации | <i>знать:</i> программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей, инструментальные интегрированные программные среды разработчиков для применения моделей нечетких множеств и нейронных сетей . <i>уметь:</i> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>- пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей и нечетких логических моделей при решении задач анализа информации.</p> <p><i>владеть (иметь навык(и)):</i></p> <p>навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода, различных стратегий вывода знаний и объяснения полученных результатов.</p> |
|--|--|--|

12. Структура и содержание учебной дисциплины:

Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108

13. Виды учебной работы:

| Вид учебной работы | Трудоемкость (часы) | | | | |
|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------|--------|-------|
| | Всего | В том числе в интерактивной форме | По семестрам | | |
| | | | 4 сем. | № сем. | |
| Аудиторные занятия | 32 | | 32 | | |
| в том числе: лекции | 16 | | 16 | | |
| практические | | | | | |
| лабораторные | 16 | 16 | 16 | | |
| Самостоятельная работа | 76 | | 76 | | |
| Итого: | 108 | | 108 | | |
| Форма промежуточной аттестации | Курсовая работа | | | | |

13.1 Содержание разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|------------------|---|---|--|
| 1. Лекции | | | |
| 1.1 | Введение в нечеткие множества и операции над ними | Возникновение нечетких множеств. Современные тенденции использования нечетких множеств в создании интегрированных информационных систем. Нечеткая логика. Мягкие вычисления. Лингвистическая неопределенность. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 1.2 | Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы | Определения нечеткой и лингвистической переменных. Нечеткие величины, числа и интервалы. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 1.3 | Основы нечеткой логики | Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний. Нечеткая конъюнкция и дизъюнкция. Нечеткая импликация. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |

| | | | |
|--------------------------------|---|--|--|
| 1.4 | Системы нечеткого вывода | Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода. Фаззификация. Дефаззификация. Основные алгоритмы нечеткого вывода. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 1.5. | Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей | История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети. Классификация нейронных сетей и их свойства. Эффективность нейронных сетей. Многослойная нейронная сеть. Круг задач, решаемых с помощью нейронных сетей. Решение задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 1.6 | Стандартные архитектуры нейронных сетей. | Методы и алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Исследование перцептронных сетей, алгоритм обратного распространения ошибки. Исследование радиальных базисных сетей общего вида. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 1.7 | Гибридные нейронные сети | Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети. Обучение гибридной нейронной сети. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 2. Лабораторные занятия | | | |
| 2.1 | Системы нечеткого вывода | Моделирование простейшего простейшей системы нечеткого вывода с помощью библиотек языка Python. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 2.2 | Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей | Моделирование, программирование и исследование возможностей простейшего перцептронного нейрона с помощью библиотек языка Python. | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 2.3 | Стандартные архитектуры нейронных сетей. | Моделирование и обучение сети обратного распространения с помощью библиотек языка Python | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |
| 2.4 | Гибридные нейронные сети | Моделирование и обучение нейронной нечеткой сети распространения с помощью библиотек языка Python | Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | Всего |
|--------|---|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | |
| 1 | Введение в нечеткие множества и операции над ними | 2 | | 0 | 6 | 8 |
| 2 | Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы | 2 | | 0 | 6 | 8 |
| 3 | Основы нечеткой логики | 2 | | 0 | 6 | 10 |
| 4 | Системы нечеткого вывода | 2 | | 4 | 4 | 8 |
| 5 | Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей | 4 | | 4 | 4 | 13 |
| 6 | Стандартные архитектуры нейронных сетей. | 2 | | 6 | 6 | 14 |
| 7 | Гибридные нейронные сети | 2 | | 2 | 6 | 11 |
| Итого: | | 16 | | 16 | 40 | |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В рамках общего объема часов, отведенных для изучения дисциплины, предусматривается выполнение следующих видов самостоятельных работ студентов (СРС): изучение теоретического материала и подготовка лабораторных работ по темам, изученным на практических занятиях. Для самостоятельного изучения дисциплины выносятся часть материала по темам 1-7 дисциплины с возможностью консультации у преподавателя общим объемом 10 часов СРС.

Для выполнения лабораторных работ настоящей учебной программы студент должен предварительно самостоятельно освоить теоретический материал соответствующих тем. Для защиты работы он должен знать теоретический материал и продемонстрировать знание путем выполнения лабораторных работ на языке Python. Объем СРС, отводимый на эту работу составляет 20 часов.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения студенты должны выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер.с польск.И.Д.Рудинского. [Электронный ресурс] : / Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11843 |

| | |
|---|---|
| 2 | Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 290 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11828 |
|---|---|

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 3 | Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. - М.: Горячая линия - Телеком, 2001.- 382 с. |
| 4 | Боровиков В.П. Нейронные сети STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / Под редакцией В. П. Боровикова.— М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с. |
| 5 | Астахова И.Ф. , Чулюков В.А., Каширина И. Л. и др. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 292 с |
| 6 | Хайкин С. Нейронные сети. - Издательство: Вильямс ISBN: 5-8459-0890-2, 2006. - 1104 с. |

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 7 | http://e.lanbook.com/ Электронная библиотечная система «Издательства «Лань», |
| 8 | http://www.biblioclub.ru Электронная библиотечная система «Университетская библиотека – online» |
| 9 | http://www.lib.vsu.ru.ru Электронная библиотечная система ВГУ |
| 10 | Онлайн курс Современные нейросетевые технологии https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2017 |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 11 | Каширина И.Л. Нейросетевые и гибридные системы/ Т.В Азарнова, И.Л. Каширина .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— 96 с. |

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендованы онлайн-курсы «Теория вероятностей» и Математическая статистика, размещенные на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория должна быть оснащенной современным компьютером с установленными ОС Windows и MS Office подключенным к нему проектором с видеотерминала на настенный экран. Лабораторные занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной современными персональными компьютерами и программным обеспечением (Python) в соответствии с тематикой изучаемого материала.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и

планируемых результатов обучения

| Код и содержание компетенции (или ее части) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование) | ФОС* (средства оценивания) |
|--|--|---|----------------------------|
| ПК-4 проведение анализа инноваций в экономике, управлении и информационно-коммуникативных технологий | Знать: основные определения нечеткой логики и нейронных сетей, области применения нечетких множеств логики и нейронных сетей, технологию создания и использования нейронных сетей, принципы моделирования нечеткой логики и нейронных сетей для решения экономических и производственных задач. | 1.1 Введение в нечеткие множества и операции над ними 1.2. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы | Устный опрос |
| | Уметь: применять программные средства разработки моделей нечеткой логики, нейронных сетей, | 1.3. Основы нечеткой логики | Устный опрос |
| | Владеть: навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода, для проведения анализа инноваций в экономике, управлении | 2.1. Системы нечеткого вывода | Лабораторная работа 1 |
| ПК-18 способность использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования | Знать: программные средства для моделирования нечетких множеств и создания нейронных сетей, инструментальные интегрированные программные среды разработчиков для применения моделей нечетких множеств и нейронных сетей . | 1.5 Понятие нейронной сети, ее функционирование и обучение. Классификация нейронных сетей | Устный опрос |
| | Уметь: - пользоваться аппаратными средствами создания нейронных сетей и нечетких логических моделей при решении экономических и производственных задач. | 2.3 Стандартные архитектуры нейронных сетей. | Устный опрос |
| | Владеть: навыками построения и обучения искусственных нейронных сетей; навыками формирования систем нечеткого логического вывода, различных стратегий вывода знаний и объяснения полученных результатов. | 2.3 Стандартные архитектуры нейронных сетей. 2.4 Гибридные нейронные сети | Лабораторная работа 2 |
| Промежуточная аттестация | | | КИМ |

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|--|--------------------------------------|----------------------------|
| <i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), сдал все практические и контрольные работы, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов превышает 80%.</i> | <i>Повышенный уровень</i> | <i>Отлично</i> |
| <i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), но не сдал одну практическую или контрольную работу, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов находится в диапазоне 70-80%.</i> | <i>Базовый уровень</i> | <i>Хорошо</i> |
| <i>Обучающийся демонстрирует неуверенное владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), не сдал две практических или контрольных работы, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов находится в диапазоне 60-70%.</i> | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Удовлетворительно</i> |
| <i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не сдал более двух практических или контрольных работ, среднее количество правильных ответов на вопросы тестов менее 60%.</i> | – | <i>Неудовлетворительно</i> |

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

19.3.1 Примерный список тем курсовых работ:

1. Интеллектуальная система диагностики сложных технических устройств
2. Интеллектуальная система распознавания криминальных ситуаций по данным видеонаблюдений.
3. Интеллектуальная система оценки жилой недвижимости.
4. Интеллектуальная система оценки стоимости подержанных автомобилей.
5. Интеллектуальная система прогнозирования курсов валют, котировок акций и ценных бумаг (с учетом влияния большого количества факторов).
6. Интеллектуальная система оценки банковских рисков.
7. Интеллектуальная система оценки кредитоспособности физических лиц.
8. Интеллектуальная система выявления клиентов-мошенников страховых компаний.
9. Интеллектуальная система оценки вероятности банкротств организаций.
10. Интеллектуальная система прогнозирования расхода зданиями тепловой и электрической энергии.
11. Интеллектуальная система прогнозирования индексов потребительских цен.
12. Интеллектуальная система прогнозирования результатов голосований.
13. Интеллектуальная система прогнозирования результатов выборов в Законодательное собрание области, края.
14. Интеллектуальная система-советчик выбора профессии.
15. Интеллектуальная система поддержки принятия решений руководителя фирмы.
16. Интеллектуальная система формирования коэффициентов исхода спортивных матчей (прогнозирование букмекерских коэффициентов).
17. Интеллектуальная система прогнозирования результатов автомобильных гонок, скачек и пр.
18. Интеллектуальная система прогнозирования вероятности дорожно-транспортных происшествий.

19. Интеллектуальная система оптимального распределения бюджета бизнес-структур.
20. Интеллектуальная система подбора кадров для коммерческой структуры.

19.3.2 Перечень вопросов для проведения устного опроса.

1. Возникновение нечетких множеств. Нечеткая логика. Мягкие вычисления.
2. Определения нечетких множеств. Диаграмма Заде. Представления нечетких множеств. Диаграмма Венна.
3. Характеристики, операции, свойства нечетких множеств
4. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения
5. Определения нечеткой и лингвистической переменных.
6. Нечеткие величины, числа и интервалы.
7. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы
8. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты.
9. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний.
10. Логическая конъюнкция нечетких высказываний. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний.
11. Нечеткая импликация. Нечеткая эквивалентность. Правила нечетких продукций.
12. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций
13. Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.
14. История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон.
15. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети.
16. Классификация нейронных сетей и их свойства.
17. Эффективность нейронных сетей. Многослойная нейронная сеть.
18. Решение задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.
19. Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети.
20. Обучение гибридной нейронной сети.
21. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.

Лабораторная работа № 1

Целью данной работы является разработка интеллектуальной системы назначения рейтинга фильма. В качестве обучающей выборки необходимо использовать рецензии веб-сайта RottenTomatoes— набор из 5331 позитивных и 5331 негативных рецензий. Для разработки необходимо использовать библиотеки Pandas, Scikit-Learn и PyMorphy2, а также фреймворк TensorFlow как средство анализа.

Лабораторная работа № 2

Напишите программу, обучающую Многослойный персептрон распознаванию рукописных изображений цифр. Выходной слой сети должен содержать 10 нейронов. Каждый нейрон выходного слоя должен давать единичный выход при подаче на вход изображения, соответствующего его порядковому номеру, и нулевой для всех остальных изображений.