

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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Д.А. Ендовицкий

21.10.2022



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –
ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ
ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
1.2 Компьютерные науки и информатика
(факультеты – компьютерных наук;
прикладной математики, информатики и механики)**

Воронеж
2022

Научные специальности:**1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение****1.2.2 – Математическое моделирование численные методы и комплексы программ****1.2.3 – Теоретическая информатика, кибернетика****1. Содержание программы****Научная специальность 1.2.1 – Искусственный интеллект и машинное обучение**

1. Данные и знания в интеллектуальных системах. Свойства знаний. Признаки интеллектуальности информационных систем. Информационные технологии для обеспечения свойства интеллектуальности.

2. Распределенный искусственный интеллект и многоагентные системы. Типы агентов. Проблематика многоагентных систем.

3. Методы извлечения, приобретения и формализации знаний для создания систем искусственного интеллекта.

4. Модели представления знаний (фреймы, продукции, сетевые модели), анализ их преимуществ и недостатков. База знаний.

5. Формальные аксиоматические теории (исчисление высказываний, исчисление предикатов). Логический вывод и выводимость формулы. Метод резолюции. Стратегии управления выводом. Правдоподобные рассуждения.

6. Продукционные системы. Инструменты для разработки продукционных систем.

7. Нечеткие продукционные системы. Нечеткий логический вывод. Модели Мамдани и Такаги-Сугено. База знаний нечетких продукционных систем и способы ее формирования.

8. Обработка естественного языка. Модель «мешка слов». Масштабирование данных с помощью коэффициентов tf-idf. Методы получения векторных представлений слов: Word2Vec, GloVe. Их преимущества и недостатки.

9. Методы для анализа структуры и закономерностей в данных. Метрики качества алгоритмов регрессии и классификации.

10. Методы и средства взаимодействия систем искусственного интеллекта с другими системами и человеком-оператором.

11. Методы и средства формирования массивов данных, включая «большие данные» для решения задач искусственного интеллекта и машинного обучения.

12. Многослойные нейронные сети, алгоритмы обучения, инструменты создания.

13. Кластерный анализ, классификация алгоритмов, использование в системах искусственного интеллекта и машинного обучения. Линейные методы классификации: функционалы ошибок, методы настройки, особенности применения.

14. Линейная регрессия. Простая многомерная регрессия. Регрессия с полиномиальными признаками. Методы регуляризации: Ridge, Lasso, ElasticNet.

15. Деревья решений. Методы выбора атрибута для разбиения. Преимущества и недостатки деревьев решений.

16. Методы построения ансамблей алгоритмов машинного обучения: беггинг, бустинг и стекинг.

17. Случайный лес, его особенности. Оценка значимости признаков с помощью метода случайного леса.

18. Градиентный бустинг, его особенности при использовании деревьев в качестве базовых алгоритмов.

19. Разработка систем управления и поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта и машинного обучения.

20. Экспертные системы. Классификация. Архитектура экспертных систем. Проблематика экспертных систем.

Рекомендуемая литература

1. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы и методы искусственного интеллекта / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – Москва : Научно-издательский центр ИНФРА-М, 2021. – 530 с.

2. Башмаков, А.И. Интеллектуальные информационные технологии / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 302 с.

3. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Под ред В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 712 с.

4. Джарратано, Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Д. Джарратано, Г.Райли. – 4-е изд. – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1152 с.

5. Жерон, О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. – СПб.: Диалектика, 2020. – 1040 с.

6. Коэльо, Л.П. Построение систем машинного обучения на языке Python [Электронный ресурс] / Л.П. Коэльо, В. Ричарт. – Москва : ДМК Пресс, 2016. – 302 с. (<https://e.lanbook.com/book/82818>)

7. Остроух, А.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии / А.В. Остроух, А.Б. Николаев. – СПб.: Лань, 2021. – 308 с. (<https://e.lanbook.com/book/177839>)

8. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

9. Рашка, С. Python и машинное обучение: [Электронный ресурс] / С. Рашка. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 418 с. (<https://e.lanbook.com/book/100905>)

10. Флах, П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных [Электронный ресурс] / П. Флах – Москва : ДМК Пресс, 2015. – 400 с. (<https://e.lanbook.com/book/69955>)

11. Шолле, Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб.: Питер, 2018. – 400 с.

Научная специальность 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Понятие модели. Классификация моделей. Общие принципы и методы математического моделирования объектов, систем, процессов. Качество и адекватность моделей.

2. Непрерывные математические модели. Модели и методы исследования физико-механических систем. Модели нелинейной динамики.

3. Дискретные модели. Задачи дискретной оптимизации (задача о назначениях, задача коммивояжера) и методы их решения.

4. Понятие вероятностной модели. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов.

5. Имитационное моделирование систем и сетей массового обслуживания. Пакеты имитационного моделирования.

6. Понятие нечеткой модели. Этапы нечеткого моделирования. Типы нечетких моделей. Разработка нечетких моделей в MatLab.

7. Компьютерное моделирование. Применение суперкомпьютеров в математическом моделировании. Планирование эксперимента.
8. Проблемно-ориентированные модели и языки.
9. Интерполяция и аппроксимация. Интерполяционные формулы Лагранжа, Ньютона и Эрмита. Многочлены Чебышева и наилучшие равномерные приближения. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация функций многочленами Фурье. Сплайны.
10. Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы прямоугольников. Семейство квадратурных формул Ньютона-Котеса. Составные квадратурные формулы трапеций и Симпсона. Квадратурные формулы Гаусса.
11. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Холесского. Метод прогонки. Итерационные методы решения систем линейных уравнений: метод простой итерации, метод Зейделя, метод переменных направлений.
12. Обусловленность линейных систем и матриц. Понятие о методе регуляризации Тихонова. Круги Гершгорина. Степенной метод и метод скалярных произведений вычисления собственных векторов и собственных значений.
13. Классификация приближенных методов решения начальных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Семейство методов Рунге-Кутты. Многошаговые методы Адамса.
14. Методы приближенного решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод коллокации. Метод Галеркина. Метод конечных элементов.
15. Общая схема решения задач численного анализа. Аппроксимация, устойчивость, сходимость.
16. Основные понятия теории разностных схем. Сходимость и точность схем. Разностные схемы как операторные уравнения. Методы построения разностных схем.
17. Численное решение интегральных уравнений. Метод решений интегральных уравнений Фредгольма. Метод решений интегральных уравнений Вольтерра.
18. Программирование в современных средах: создание модульных программ, элементы теории модульного программирования, объектно-ориентированное проектирование и программирование. Объектно-ориентированный подход к проектированию и разработке программ.
19. Пакеты прикладных программ.
20. Элементы компьютерного моделирования. Классификация видов моделирования. Статистическое моделирование на ЭВМ. Языки и пакеты имитационного моделирования. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.

Рекомендуемая литература

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. – М.: Лань, 2014.
2. Бахвалов, Л.А. Моделирование систем / Л.А. Бахвалов. – М.: Изд-во Моск. горн. ун-та, 2006.
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007.
4. Вержбицкий, В.М. Численные методы: математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения / В.М. Вержбицкий. – М.: Высшая школа, 2001.
5. Ермаков, С.М. Курс статистического моделирования / С.М. Ермаков, Г.А. Михайлов. – М.: Наука, 2008.

6. Колесов, Ю.Б. Моделирование систем: динамические и гибридные системы / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006.
7. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / Пантелеев А.В., Летова Т.А. – М.: Высшая школа, 2008.
8. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
9. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MatLab / С.В. Поршнев. – М.: Лань, 2011.
10. Розанов, Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика / Ю.А. Розанов. – М.: Наука, 2008.
11. Сирота, А.А. Компьютерное моделирование и оценка эффективности сложных систем / А.А. Сирота. – М.: Техносфера, 2006.
12. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента / М.А. Фаддеев. – СПб.: Лань, 2009.
13. Юдович, В.И. Математические модели естественных наук / В.И. Юдович. – М.: Лань, 2011.

Научная специальность 1.2.3 – Теоретическая информатика, кибернетика

1. Принципы создания языков описания данных, языков манипулирования данными, языков запросов. Разработка и исследование моделей данных и принципов их проектирования.
2. Классификация и архитектура вычислительных сетей, техническое, информационное и программное обеспечение сетей, структура и организация функционирования сетей (глобальных, региональных, локальных).
3. Операционные системы. Функции операционной системы (ОС): управление задачами, управление данными, связь с оператором. Системное внешнее устройство и загрузка ОС. Управляющие программы (драйверы) внешних устройств. Сообщения операционной системы.
4. Программирование в средах современных информационных систем: создание модульных программ, элементы теории модульного программирования, объектно-ориентированное проектирование и программирование. Объектно-ориентированный подход к проектированию и разработке программ.
5. Базы данных. Основные понятия. Независимость программ и данных. Интегрированное использование данных. Структуры БД. БД и файловые системы. Обработка текстов при загрузке БД. Понятие экспорта-импорта документов-данных.
6. Типовые функции СУБД: хранение, поиск данных; обеспечение доступа из прикладных программ и с терминала конечного пользователя; преобразование данных; словарное обеспечение БД; импорт и экспорт данных из(в) файлов ОС ЭВМ. Типовая структура СУБД.
7. Представление звука и изображений в компьютерных системах. Устройства ввода, обработки и вывода мультимедиа информации. Форматы представления звуковых и видеофайлов. Программные средства записи, обработки и воспроизведения звуковых и видеофайлов.
8. Параллельные вычисления. Параллельные вычислительные архитектуры. Классификации параллельных вычислительных архитектур. Коммутация в параллельных архитектурах.
9. Знания как особый вид информации. Модели представления знаний (фреймы, продукционные правила, семантические сети). Декларативные и процедурные знания. Методы приобретения знаний. База знаний и база данных.
10. Формальные грамматики и языки. Классификация. Преобразования грамматик. Теория трансляции. Регулярные языки и конечные автоматы.

11. Формальные исчисления (формальные аксиоматические теории). Понятие вывода и выводимой формулы. Исчисление высказываний. Метод резолюций. Неклассические логики.

12. Задачи математического программирования и их классификация. Линейное программирование и теория двойственности. Симплексный метод. Метод искусственного базиса. Нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.

13. Метод динамического программирования. Общая схема метода, уравнение Беллмана. Возможности применения метода динамического программирования.

14. Биоинспирированные алгоритмы глобальной оптимизации: общая характеристика.

15. Векторная (многокритериальная) оптимизация. Обзор подходов к решению задач векторной оптимизации.

16. Задачи потокового программирования на графах (минимальный и максимальный пути, максимальный поток). Алгоритмы поиска минимального и максимального путей, алгоритм Форда-Фалкерсона.

17. Исследование операций, основные этапы операционного исследования. Принятия решений в различных ситуациях. Теория игр: ситуация равновесия, типы игр, антагонистические игры, определение оптимальных стратегий, коалиционные игры.

18. Теория нечетких множеств и нечеткая логика. Формализация приближенной информации: нечеткие и лингвистические переменные. Нечеткие числа. Нечеткое моделирование. Нечеткий логический вывод и нечеткие (продукционные) системы.

19. Нейронные сети и нейросетевые алгоритмы обработки информации. Генетические алгоритмы обработки информации.

20. Машинное обучение. Классификация с обучением (методы и средства). Классификация без обучения.

Рекомендуемая литература

1. Биоинспирированные методы в оптимизации / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик, П.В. Сорокалетов. – М.: Физматлит, 2009. – 380 с.

2. Бринк, Х. Машинное обучение / Х. Бринк, Д. Ричардс, М. Феверолф. – СПб.: Питер, 2017.

3. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

4. Волкова, И.А. Формальные грамматики и языки. Элементы теории трансляции / И. А. Волкова, А. А. Вылиток, Т. В. Руденко. – М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2009.

5. Душин, В.К. Теоретические основы информационных процессов и систем / В.К. Душин. – М.: ИТК «Дашков и К», 2009.

6. Информатика. Базовый курс. 2-е издание / Под ред. С. В. Симоновича. – СПб.: Питер, 2005.

7. Заляков, В. Ф. Информатика: учеб. для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2021.

8. Колмогоров, А.Н. Математическая логика / А.Н. Колмогоров, А.Г. Драгаллин. – М.: КомКнига, 2006.

9. Лаздин, А. В. Формальные языки, грамматики, автоматы / А.В. Лаздин. – СПб.: Университет ИТМО, 2019.

10. Лемешко, Б.Ю. Теория игр и исследование операций: Конспект лекций / Б.Ю. Лемешко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013.

11. Математическое программирование: теория и методы: учебное пособие / Н.В. Гредасова, А. Н. Сесекин, А.Ф. Шорилов, М.А. Плескунов ; Мин-во науки и высш. образования РФ. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020.

12. Новиков, Б. А. Основы технологий баз данных : учебное пособие / Б. А. Новиков, Е. А. Горшкова, Н. Г. Графеева. – М.: ДМК Пресс, 2020.
13. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
14. Писарук, Н. Н. Исследование операций / Н. Н. Писарук. – Минск: БГУ, 2015.
15. Ржевский, С.В. Математическое программирование / С.В. Ржевский. – М.: Лань, 2019.
16. Советов, Б. Я. Информационные технологии: учебник для вузов / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский. – М.: Высшая школа, 2008.
17. Степанов, А.Н. Курс по информатике: для студентов информационно-математических специальностей / А.Н. Степанов. – СПб. : Издательский дом «Питер», 2018.
18. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание / С. Хайкин. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
19. Хлебников, А.А. Информационные технологии / А.А. Хлебников. – М.: Кнорус, 2016.

3. Примерные вопросы

Вопросы в контрольно-измерительном материале формулируются так же, как и в соответствующей программе.

4. Критерии оценки

Таблица

Оценка	Критерии оценки
100-90	Абитуриент дает развернутый и правильный ответ на поставленные в экзаменационном билете и дополнительные вопросы. Излагает материал в логической последовательности, грамотным научным языком. Демонстрирует навыки практического использования приобретенных знаний, а также знание источников.
61-89	Абитуриент дает недостаточно глубокие ответы на поставленные в экзаменационном билете и дополнительные вопросы. Допускает несущественные ошибки в изложении теоретического материала, самостоятельно исправленные после дополнительного вопроса экзаменатора.
30-60	Абитуриент дает ответы, содержащие основную суть, но при этом допускаются существенные ошибки. Испытывает затруднения при ответе на вопросы экзаменаторов. Требуются уточняющие и наводящие вопросы. Демонстрирует нарушение логики изложения.
0-29	Абитуриент обнаруживает незнание или непонимание наиболее существенной части вопросов по экзаменационному билету или дополнительным вопросам экзаменатора. Допускает существенные ошибки, которые не может исправить с помощью наводящих вопросов экзаменатора. Демонстрирует грубое нарушение логики изложения.

Программа утверждена на заседании ученого совета факультета ПММ (протокол от 28.10.2022 №2)