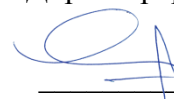


Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова
в городе Сарове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала МГУ в городе
Сарове



_____/В.В. Воеводин/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

**«Методы искусственного интеллекта в вычислительных задачах
«Artificial intelligence methods for computational tasks»**

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки / специальность:

02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" (3++)

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

Суперкомпьютерные технологии и фундаментальная информатика

Форма обучения:

очная

Саров 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" программы магистратуры в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2020 г. №1366

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями дисциплины являются: изучение методов и алгоритмов построения интеллектуальных систем, решающих вычислительные задачи, методов синтаксически управляемой обработки символьных данных, математического информационного поиска, а также практическое знакомство с программными инструментами и языками, реализующими интеллектуальную обработку данных.

1.2 Задачи дисциплины:

- 1) создать представление о том, как возникали и развивались интеллектуальные системы;
- 2) определить математическую основу построения интеллектуальных систем, установить связи между различными разделами математики и программированием;
- 3) изучить принципы работы, возможности и ограничения систем компьютерной алгебры;
- 4) овладеть навыками использования языков искусственного интеллекта (Лисп, Пролог) для решения задачи обработки символьных данных.
- 5) изучить основы математического информационного поиска и инженерии знаний, представленных в сети Интернет

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане.

Направление подготовки: 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"

Магистерская программа: "Суперкомпьютерные технологии и фундаментальная информатика"

Б. Место дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане:

- вариативная часть;
- блок дисциплин: профессиональный;
- курс – 2.
- семестр – 4.

В. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: «Высшая математика», «Алгоритмы и структуры данных», «Основы программирования»

Г. Общая трудоемкость (в ак. часах и зачетных единицах): 108 ак. ч., 3 зач. ед.

3. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ФОРМИРУЕМЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

инструментальные:

- навыки, использования ресурсов сети Интернет; владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ИК-3);
- способность использовать современную вычислительную технику и специализированное программное обеспечение в научно-исследовательской работе (ИК-4);

системные:

- способность к творчеству, порождению инновационных идей, выдвижению самостоятельных гипотез (СК-1);
- способность к поиску, критическому анализу, обобщению и систематизации научной информации, к постановке целей исследования и выбору оптимальных путей и методов их достижения (СК-2);

– способность к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля деятельности; к инновационной научно-образовательной деятельности (СК-3);

Профессиональные компетенции:

в области научно-исследовательской деятельности:

– способность демонстрации общенаучных базовых знаний естественных наук, прикладной математики и информатики, понимание основных фактов, концепций, принципов и теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ПК-1);

в проектной и производственно-технологической деятельности:

– способность применять в профессиональной деятельности современные языки программирования, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, (ПК-3);
– способность осваивать информационные технологии при решении практических задач (ПК-4);

в организационно-управленческой деятельности:

– способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы (ПК-8);

в инновационной деятельности:

– способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-10);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные понятия, историю, междисциплинарные связи, тенденции развития и перспективы исследований и разработок в области искусственного интеллекта; сферы и пути внедрения получаемых результатов; необходимый понятийный и математический аппарат.

Уметь:

- применять на практике - методы проектирования, разработки, построения и программной реализации отдельных компонентов интеллектуальных систем

Владеть:

- основными методами представления знаний и формирования баз знаний, машинного обучения, эвристического поиска, а также навыками решения практических задач разработки и реализации баз знаний и алгоритмов интеллектуальной обработки символьной информации как с использованием универсальных языков программирования Си/C++/Python, так и с применением систем компьютерной алгебры и языков искусственного интеллекта.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы или 108 ч., из них:

- лекции – 34 часа;
- семинары – 34 часа;
- лабораторная работа – 0 часов;
- самостоятельная работа – 40 часов.

Форма промежуточного контроля — коллоквиум

Форма итогового контроля – экзамен.

4.1. Распределение трудоемкости по разделам и темам, а также формам проведения занятий с указанием форм текущего контроля и промежуточной аттестации:

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Трудоемкость (в ак. часах) по формам занятий (для дисциплин) и видам работ (для практик)			Формы контроля
		Аудиторная работа (с разбивкой по формам и видам)		Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия (семинары) / Полевые работы		
1	Раздел 1.				
	Тема 1. История развития области Искусственный интеллект (ИИ), основные понятия, первые интеллектуальные системы	4	2	4	Домашнее задание
	Тема 2. Методы поиска решений в пространстве состояний	4	4	4	Домашнее задание
	Тема 3. Системы, основанные на знаниях	6	6	6	Домашнее задание
	Тема 4. Представление знаний в системах искусственного интеллекта	6	8	8	Домашнее задание Коллоквиум
	Тема 5. Синтаксически управляемая обработка символьных данных и системы компьютерной алгебры	6	6	8	Домашнее задание
	Тема 6. Искусственный интеллект и задача математического информационного поиска	4	4	4	Домашнее задание,
	Тема 7. Онтологии. Инженерия знаний Всемирной паутины — Semantic Web	4	4	6	Домашнее задание Коллоквиум
2	Итого	34	34	40	экзамен

4.2. Содержание дисциплины по разделам и темам – аудиторная и самостоятельная работа:

Содержание лекций

Тема 1. История развития области Искусственный интеллект (ИИ), основные понятия, первые интеллектуальные системы

История развития искусственного интеллекта (ИИ) как междисциплинарной науки. Основные понятия ИИ, тест Тьюринга, критика теста. Первые системы ИИ, их возможности и особенности: решение задачи символьного интегрирования, общий решатель задач (GPS). Представление задач в пространстве состояний, редукция задач к подзадачам.

Тема 2. Методы поиска решений в пространстве состояний

Методы поиска решений в пространстве состояний. Слепой поиск: в ширину, в глубину. Метод равных цен. Эвристический поиск. Алгоритм поиска в пространстве состояний (алгоритм A*). Генетические алгоритмы.

Тема 3. Системы, основанные на знаниях

Экспертные системы: история, базовая архитектура, особенности разработки и использования, примеры систем. Подход, основанный на правилах, и рассуждения на основе прецедентов.

Тема 4. Представление знаний в системах искусственного интеллекта

Логический подход к представлению знаний в интеллектуальных системах. Метод резолюций для логики высказываний и логики предикатов первого порядка.

Представление знаний с помощью продукций. Деревья решений. Среда разработки продукционных систем CLIPS: представление фактов, правил, построение выводов.

Фреймовое представление. Семантические сети.

Тема 5. Синтаксически управляемая обработка символьных данных и системы компьютерной алгебры

Обработка символьных данных, системы компьютерной алгебры: их возможности и ограничения на примере системы Sage. Задача синтаксически управляемой обработки данных.

Знакомство с основными возможностями функциональных языков (Лисп) и логического программирования (Пролог) для синтаксически управляемой обработки данных.

Тема 6. Искусственный интеллект и задача математического информационного поиска

Основные компоненты поисковых систем. Системы математического поиска. Представление формул в формате MathML, особенности индексирования и нечеткого поиска статей по формулам.

Тема 7. Онтологии. Инженерия знаний Всемирной паутины — Semantic Web

Онтологии как способ представления знаний в интеллектуальных системах. История, виды онтологий, критерии их разработки, решаемые задачи. Проект Semantic Web: описание ресурсов (RDF, RDFS), язык SPARQL и его использование для информационного поиска и построения выводов.

Содержание семинаров

По каждой из тем лекций проводятся семинарские занятия, предполагающие решение задач с использованием представленных на лекциях методов и применение рассмотренных на лекциях программных инструментов.

Типовые задачи для семинарских занятий и домашних заданий

1. Составить блок-схемы базовых алгоритмов поиска в пространстве состояний.
 2. Предложить формальное представление задачи коммивояжера для графа с 5 вершинами. Ввести понятие состояния, задать операторы. Привести пример поиска решения задачи для конкретного графа
 - а) методом поиска в ширину,
 - б) методом поиска в глубину,
 - в) методом равных цен,
 - г) эвристическим методом, предложив подходящую эвристическую функцию.
 3. Вычислить экстремум заданной функции с помощью генетического алгоритма
 4. Выделить предметную область. Представить набор знаний этой предметной области в виде
 - а) конструкций логики предикатов первого порядка
 - б) в виде системы фреймов
 - в) в виде семантической сети
 - г) в виде набора правил-продукций
- Проанализировать возможность задания противоречивой информации в каждом из представлений.

5. Задать формально синтаксис описания полиномов от аргумента x . Реализовать синтаксически управляемый перевод полинома в его производную.
6. Реализовать процедуру упрощения арифметических выражений средствами
- языка C/C++/Python
 - языка Лисп
 - языка Пролог
- Сравнить размер программ, их сложность и область их применимости.
7. Средствами системы компьютерной Sage
- найти решение заданной системы трех линейных уравнений
 - найти наибольший общий делитель заданных многочленов
 - вычислить производную заданной функции
 - найти символьное решение заданного тригонометрического уравнения
 - найти численное решение заданного тригонометрического уравнения
 - описать функцию, проверяющую заданное свойство элемента ассоциативного массива, и применить ее заданному подмножеству элементов ассоциативного массива
9. Представить в формате MathML заданное множество выражений, предложить несколько способов их индексирования.
10. Для поиска данных в RDF — хранилище построить на языке SPARQL запросы, в которых используется
- сопоставление значения переменной
 - вывод свойства / значения по цепочке наследования
 - фильтрация данных из определенного диапазона
 - графическое представление результатов

4.3 Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.4 Курсовой проект (курсовая работа, расчетно-графическое задание, реферат, контрольная работа)

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

5. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А. Образовательные технологии:

Работа в аудитории: лекции; консультации перед экзаменом.

Процесс изложения учебного материала сопровождается презентациями и демонстрациями программ в реальном времени.

В поддержку лекций проводятся семинары в объеме 34 часов. На семинарах студенты выполняют практические задания, которые предназначены для закрепления теоретической части курса и

получения практических навыков применения рассмотренных методов и программных инструментов. Процесс изложения учебного материала сопровождается презентациями. Семинары проводятся в компьютерных классах, предполагают практические решения поставленных задач.

Внеаудиторная работа: изучение пройденных на лекциях тем, самостоятельное написание и отладка программ

Б. Научно-исследовательские технологии: в ходе самостоятельной работы и выполнения практических заданий студенты изучают особенности проектирования, разработки и анализа работы интеллектуальных систем.

В. Научно-производственные технологии: используются технологии работы с современным программным обеспечением.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

А. Учебно-методические рекомендации для обеспечения самостоятельной работы студентов: в ходе самостоятельной работы студенту следует использовать конспект лекций, основную и дополнительную литературу по курсу, Интернет-ресурсы, компиляторы и библиотеки изучаемых языков программирования, системы компьютерной алгебры.

Б. Примерный список заданий для проведения текущей и промежуточной аттестации (темы для докладов, рефератов, презентаций):

Средства текущего контроля успеваемости включают два коллоквиума

Пример варианта коллоквиума 1

1. В чем состоит суть теста Тьюринга, для чего он применяется?
2. Нарисовать блок -схему алгоритма равных цен
3. Что такое эвристика? Что такое эвристические оценочные функции? В каких ситуациях они применяются?
4. Привести способ представления знаний, в котором возможно представить противоречивую информацию. Привести пример противоречивой информации и ее представление упомянутым способом.
5. Представить на языке Пролог 3 факта и 1 правило:
 \sin , \cos , tg — тригонометрические функции,
для любой тригонометрической функций можно построить график в системе компьютерной алгебры
Задать подходящий вопрос к программе, чтобы узнать
 - 1) названия всех функций, для которых можно построить график,
 - 2) можно ли построить график \sin ?
6. Представить на языке логики предикатов первого порядка аксиомы (1) — (4) и утверждение (5). Доказать методом резолюций, что (5) следует из (1)-(4)

- (1) Каждый атлет силен
- (2) Каждый, кто силен и умен, добьется успеха в своей карьере
- (3) Джек атлет
- (4) Джек умен
- (5) Джек добьется успеха в своей карьере

7. Что хранится в рабочей памяти (базе данных) продукционной системы?

8. Привести схему работы системы, выполняющей рассуждения на основе прецедентов. Что такое «адаптация решения» и зачем она нужна?

Пример варианта коллоквиума 2

1. Построить решающее дерево для поиска решения задачи: как добраться из Москвы в Нижний Новгород (учесть разные виды транспорта, наличие билетов, цену билетов, время в пути)

2. В чем разница функций `solve` и `find_root` системы Sage? Привести пример их использования.

3. Оценить преимущества и недостатки использования функционального языка программирования (на примере языка Лисп) для задач обработки символьных данных

4. Дать формальное определение префиксной записи выражения. Выполнить синтаксически управляемый перевод заданного выражения в постфиксную запись. Рассматриваются выражения, содержащие операции $+$ $-$ $*$ $/$, операнды — неотрицательные целые числа.

5. Написать команда для системы Sage, которые позволят найти решение системы линейных уравнений (если оно есть).

6. Для чего в поисковых системах требуется построение индекса (словаря)?

Какие Вам известны методы индексирования, и каковы особенности индексирования формул?

7. Дать определение понятия онтологии (в компьютерных науках). Перечислить основные компоненты онтологии. Что такое мета-онтология?

8. Что представляет собой RDF — граф? Привести пример такого графа. Каким образом происходит вывод информации при таком представлении знаний и фактов?

В. Примерный список вопросов для проведения аттестации:

Экзамен проводится в устной форме, включает в себя ответ на вопросы билета и решение задачи, аналогичной задачам, рассмотренным на семинарах.

Список вопросов к экзамену

Билет 1.

1. В чем заключается метод редукции задач к подзадачам? Что такое и/или дерево? Как происходит поиск решений на и/или деревьях?

2. Подходы к индексированию коллекций документов для поиска по формулам

Билет 2.

1. В чем заключается суть теста Тьюринга? Применение теста и критика теста

2. Инженерия знаний в сети интернет: проект Semantic Web. Язык SPARQL и его использование для информационного поиска и построения выводов.

Билет 3.

1. Оптимальный алгоритм поиска в пространстве состояний (A^*)

2. Онтологии как способ представления знаний в интеллектуальных системах. Основные компоненты онтологии. Виды онтологий. Критерии разработки онтологий.

Билет 4.

1. Методы поиска решений в пространстве состояний: генетические алгоритмы.
2. Использование встроенных возможностей языка Пролог в задаче обработки символьных данных

Билет 5.

1. Методы поиска решений в пространстве состояний: поиск в ширину, в глубину, метод равных цен, эвристический поиск.
2. Описание ресурсов семантической паутины (RDF, RDFS). Привести пример RDF-графа.

Билет 6.

1. Обработка символьных данных, системы компьютерной алгебры: их возможности и ограничения на примере системы Sage.
2. Инженерия знаний в сети интернет: проект Semantic Web, его основные цели и задачи.

Билет 7.

1. Представление знаний с помощью логических конструкций. Пример представления, преимущества и недостатки логического подхода к представлению знаний.
2. Использование встроенных возможностей языка Лисп в задаче обработки символьных данных

Билет 8.

1. Представление знаний с помощью продукций. Среда разработки продукционных систем CLIPS: представление фактов, правил.
2. Интеллектуальные системы, реализующие рассуждения на основе прецедентов.

Билет 9.

1. Представление знаний с помощью фреймов. Вывод во фреймовых системах.
2. Экспертные системы: история, базовая архитектура, особенности разработки и использования, примеры систем.

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

Основная литература

1. Ю.С. Корухова «Управление знаниями (учебное пособие)» – М, Издательский отдел факультета ВМК МГУ, МАКС Пресс, 2012
https://al.cs.msu.ru/system/files/KM_Korukhova.pdf
2. С. Рассел, П. Норвиг «Искусственный интеллект. Современный подход» – 4-е изд., М., СПб., Диалектика, 2021
S.Russell, P.Norvig «Artificial Intelligence% A Modern Approach» – 4th ed.,
<https://aima.cs.berkeley.edu/global-index.html>
3. Н.Нильсон «Искусственный интеллект. Методы поиска решений» - М., Мир, 1973.
4. Н.Нильсон «Принципы искусственного интеллекта» – М., Радио и связь, 1985
5. Ч. Чень, Р. Ли «Математическая логика и автоматическое доказательство теорем» - М., Наука, 1983
6. А.П. Частиков, Т.А. Гаврилова, Д.Л. Белов «Разработка экспертных систем. Среда CLIPS» – СПб, ВHV, 2003

7. А.М. Елизаров, Е.К. Липачев, М.А. Малахальцев «Web – технологии для математика: основы MathML. Практическое руководство» – М., Физматлит, 2010
8. Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский «Базы знаний интеллектуальных систем» - СПб., Питер, 2000
9. Учебное пособие по системе Sage – <https://doc.sagemath.org/html/ru/tutorial/>;
<https://doc.sagemath.org/html/en/tutorial/>

При реализации дисциплины может быть использовано следующее программное обеспечение:

1. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Compute Node for Power, LE, Self-support
2. Программный продукт Red Hat Enterprise Linux Server for HPC Head Node for Power, LE, Standard
3. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 11 SP4 for x86_64
4. Операционная система Red Hat Enterprise Linux Server 5.0 for x86_64
5. Операционная система SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 for ppc64
6. Операционная система Ubuntu 18.04.
7. Программное обеспечение для виртуализации Oracle VM VirtualBox
8. Операционная система ALTLinuxMATEStarterkit 9 лицензияGPL
9. Программный продукт JetBrains IntelliJ IDEA Community Edition Free Educational Licenses
10. Программный продукт JetBrains PyCharm Community Edition Free Educational Licenses
11. Программный продукт JetBrains CLion Community Edition Free Educational Licenses
12. Программный продукт UPPAAL (<http://www.uppaal.org/>) академическая лицензия
13. Программный продукт Java 8 (64-bit) Oracle Corporation
14. Программный продукт Java SE Development Kit 8(64-bit) Oracle Corporation
15. Программный продукт NetBeans IDE 8.2 NetBeans.org
16. Программный продукт Dev-C++ Bloodshed Software
17. Программный продукт CodeBlocks The Code::Blocks Team
18. Программный продукт Free Pascal 3.0.0 Free Pascal Team
19. Программный продукт Python 3.5.1 (64-bit) Python Software Foundation
20. Программный продукт R for Windows 3.2.2 R Core Team
21. Программный продукт Haskell Platform 7.10.3 Haskell.org
22. Операционная система Microsoft Windows 7 корпоративная академическая лицензия
23. Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия
24. Программный продукт Microsoft Project Professional 2013 академическая лицензия
25. Программный продукт Microsoft Visio Professional 2013 академическая лицензия
26. Программный продукт Microsoft Visual Studio Professional 2013 - RUS [Русский (Россия)] академическая лицензия

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

А. Помещения: Оборудованные лекционные аудитории, компьютерные классы для проведения семинарских занятий

Б. Оборудование: Ноутбук, мультимедийный проектор, экран для демонстрации решения задач в интерактивном режиме, компьютерные классы для проведения семинарских занятий

Автор-составитель: доцент, к.ф.-м.н. Ю.С. Корухова