

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет вычислительной математики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова

академик _____

«___» _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля):

Искусственный интеллект

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) ОПОП:

системное программирование и компьютерные науки

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Методической комиссией факультета

(протокол № _____ от «___» _____ 201__ г)

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки по направлениям 01.03.02, 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение 2011-2018

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО (*относится к вариативной части ОПОП ВО*).

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Логически и содержательно данная дисциплина связана с базовыми курсами: «Системы программирования», «Языки программирования», «Основы программной инженерии», «Математическая логика и логическое программирование».

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины (модуля):

«Искусственный интеллект»

ОПК-1.Б. Способность применять и адаптировать существующие математические и компьютерные методы для разработки и реализации алгоритмов решения актуальных задач в области фундаментальной и прикладной математики.

ОПК-2.Б. Способность применять и модифицировать математические модели, а также интерпретировать полученные математические результаты при решении задач в области профессиональной деятельности.

ПК-2.Б. Способность понимать и применять в научно-исследовательской деятельности современный математический аппарат.

ПК-4.Б. Способность применять в профессиональной деятельности современные средства разработки программного обеспечения и методы параллельной обработки данных, реализовывать отдельные этапы разработки системного и прикладного программного обеспечения, систем обработки и анализа данных, сетевых технологий.

ПК-6.Б. Способность формировать суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):
 «Искусственный интеллект»

Знать:

основные понятия, историю, связь с работами в области психологии мышления, 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 информации.

Иметь опыт:

решения типовых задач, возникающих на различных этапах жизненного цикла систем искусственного интеллекта или их отдельных компонентов.

4. Формат обучения: лекции, письменные проверочные и контрольные работы, устный экзамен.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 72 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы	Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*	Всего

<p>Тема 1. Новые информационные технологии и Искусственный интеллект (ИИ). Традиционные средства программного обеспечения ЭВМ и системы ИИ. История развития и задачи работ в области ИИ. Тест Тьюринга. Моделирование окружающего мира и поведения человека. Интеллектуальная деятельность человека и ИИ. Основные школы психологии мышления.</p>	16	12		12	3 + 1* Текущий контроль успеваемости
<p>Тема 2. Программное обеспечение работ по ИИ. Экспериментальный и эволюционный характер разработок систем ИИ, требования к программному обеспечению. Языки программирования для задач ИИ. Языки ЛИСП, ПЛЭНЕР.</p>	18	12		12	5 + 1* Текущий контроль успеваемости
<p>Тема 3. Решение задач и искусственный интеллект. Представление задач в пространстве состояний. Стратегии поиска решения: методы полного перебора (поиск в ширину, поиск в глубину, поиск с увеличением глубины); эвристический поиск (алгоритм Дейкстры, алгоритм A*, допустимость алгоритма A*). Редукция задач. Поиск на игровых деревьях: дерево игры, минимаксная процедура, альфа-бета процедура. Поиск с учетом ограничений (бэктрекинг, локальные методы). Рассуждения в условиях неопределенности. Абдуктивный вывод. Планирование действий. Роботы и искусственный</p>	18	10		10	6 + 2** Промежуточная аттестация - Контрольная работа № 1 - 2 часа
<p>интеллект. Промышленные роботы. Интеллектуальные агенты.</p>					

Тема 4. Проблема знаний. Методы представления знаний: процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукций. Интегрированные методы представления знаний. Метазнания в системах ИИ. Базы знаний. Приобретение (извлечение) знаний. Открытость знаний системы ИИ. Машинное обучение: символьное обучение, генетические алгоритмы; нейронные сети.	26	16		16	9 + 1* Текущий контроль успеваемости
Тема 5. Экспертные системы (ЭС) – первая попытка практического использования систем ИИ. Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы объяснения, общения, приобретения знаний ЭС. Жизненный цикл экспертной системы.	12	8		8	3 + 1* Текущий контроль успеваемости
Тема 6. Общение человека с системой ИИ. Искусственный интеллект и естественный язык. Естественный язык и естественность общения с системой ИИ. Понимание выражений естественного языка. Представление лингвистических знаний и методы анализа и синтеза текста. ИИ и прикладные системы обработки текста.	18	14		14	2 + 2** Промежуточная аттестация - Контрольная работа № 2 - 2 часа
Промежуточная аттестация <u>Контрольные работы № 1 и № 2</u>					(количество часов,** отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	108				36

**Внимание! В таблице должно быть зафиксировано проведение текущего контроля успеваемости, который может быть реализован, например, в рамках занятий семинарского типа.*

*** Часы, отводимые на проведение промежуточной аттестации, выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося*

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине
7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

По завершении каждого раздела проводится Проверочная работа, для подготовки к которой студентам заранее высылаются список вопросов (из них в проверочную работу включаются 2-3).

Список вопросов по **Теме 1:**

Как Вы трактуете термин «Искусственный интеллект»?

Чем интеллектуальные системы отличаются от традиционных прикладных программ?

В чем состоит Тест Тьюринга, что он позволяет проверить, какова схема теста Тьюринга?

В каких конкретных задачах компьютерные (интеллектуальные) системы уже сейчас превосходят человека?

Основные этапы исследований в области ИИ.

«Второе рождение» искусственных нейронных систем (причины, достижения).

Интеллект, интеллектуальная деятельность человека.

Осознаваемые и неосознаваемые психические явления.

Личность как субъект психической / интеллектуальной деятельности.

Почему мы считаем мышление / интеллект высшей формой психической деятельности?

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Контрольные работы проводятся после завершения изучения 1-3 и 4-6 тем.

Контрольная работа № 1. Вариант письменной работы.

1. Какой вклад в развитие психологии мышления внесли представители **Гештальтпсихологии**?

2. Что такое **инсайт (интуитивное озарение)**? В рамках какой психологической теории был введен этот термин? В чем суть этой интеллектуальной операции? Приведите примеры интеллектуальных операций столь же высокого уровня абстракции.

3. Что делает следующая лисп-функция (укажите, какие значения могут принимать ее аргументы; сформулируйте ее краткую словесную спецификацию):

```
(defun ff (lambda (x y)
  (cond ((null y) nil)
        ((eq x (car y)) (ff x (cdr y)))
        (T (cons (car y) (ff x (cdr y)))))) ?
```

Приведите конкретный пример обращения к этой функции (входные данные, результат).

4. Даны следующие выражения (формы) языка Плэнер:

- a) (.X .Y)
- b) (!.X .Y)
- c) (.X !.Y)
- d) (!.X !.Y)
- e) ([1 .X] [3 .X] [5 .X])

Для каждого из них запишите эквивалентное выражение на языке Лисп.

5. Пусть в **Мире Кубиков** имеется объект **БАШНЯ**. Работа с **Кубиками** ведется на плоскости (**table**).

Пример **БАШНИ** приведен на рисунке

(проекция трехмерных объектов на плоскость):

Введите необходимые **объекты/понятия** и **отношения** между ними и опишите **БАШНЮ** в

виде семантической сети. С помощью какого набора утверждений можно описать этот объект в плэнерской базе данных?

6. В чем суть и каков результат каждой из следующих процедур: *извлечение знаний*, *приобретение знаний*? Какие специалисты участвуют в их выполнении?

Контрольная работа № 2. Вариант письменной работы.

1. Дайте определения терминов: *инженер знаний*, *экспертная система*, *интеллектуальный агент*, *естественный язык*, *смысл сообщения*, *лингвистический процессор*, *квазиреферирование*.

2. Что такое *эвристика*? Что такое эвристические *оценочные функции*? В каких ситуациях они применяются? В чем заключается проблема допустимости алгоритма эвристического поиска?

3. Решите методом *поиска вширь* следующую задачу (*Игра-8*):

Порядок применения операторов произволен. Нарисуйте полное дерево перебора, указав на нем путь, ведущий к решению. Сколько вершин пришлось построить? Сколько раскрыть? Как может выглядеть список (языка Лисп), описывающий план решения этой задачи?

4. Что позволяет найти/вычислить/определить *минимаксная процедура*? С какими объектами она работает? Как формулируется *минимаксный принцип*? Приведите пример (фрагмент дерева поиска), показывающий схему работы минимаксной процедуры. Что такое *αβ-процедура*?

5. Опишите основной цикл работы *решателя* экспертной системы, основанной на правилах продукций. Покажите на примере (3-4 правила, 1-2 факта), как выполняются этапы основного цикла. Какие изменения нужно внести в описание основного цикла для *экспертных систем реального времени*?

6. Перечислите (с краткой характеристикой и примерами) основные методы *генерации текста*.

Вопросы и задачи устного экзамена

Тема 1. Новые информационные технологии и Искусственный интеллект (ИИ).

Как Вы трактуете термин "Искусственный интеллект"?

В чем состоит Тест Тьюринга, что он позволяет проверить, схема теста тьюринга.

Основные этапы исследований в области ИИ.

Интеллект, интеллектуальная деятельность человека.

Осознаваемые и неосознаваемые психические явления.

Личность как субъект психической / интеллектуальной деятельности.

Почему мы считаем мышление / интеллект высшей формой психической деятельности?

Какой вклад в развитие психологии мышления внес {конкретный ученый}

/внесли представители{название школы психологии}?

Тема 2. Программное обеспечение работ по ИИ.

ЛИСП:

S-выражения, формы, функция QUOTE, представление списковых структур в памяти компьютера.

Встроенные и определяемые функции, определение новых функций, рекурсивные функции.

Работа со списками. Функции для работы со списками: CAR и CDR (и их композиции), CONS, APPEND, LIST.

Арифметические функции: LENGTH, ADD1, SUB1, +, -. Логические значения, предикаты: NULL, EQ, EQL, EQUAL, MEMBER, GT, LT.

Логические функции: NOT, AND, OR, COND.

Задачи:

найти значение формы,

дать спецификацию функции по ее определению (установить, какие действия выполняет функция, с какими объектами она работает) и привести примеры ее работы - при допустимых данных,

определить простейшую функцию для работы со списками.

ПЛЭНЕР:

Выражения и формы. Простые и сегментные формы. Обращения к переменным. Состояния переменных. Процедуры.

"Лисповская" часть Плэнера. Функции ELEM, HEAD, REST. Логические функции и предикаты. Работа со списками. Блоки (функции PROG, SET, GO, RETURN). Работа со списками свойств идентификаторов.

Сопоставление образца с выражением. Функция IS. Сопоставитель LIST.

Режим возвратов. Основные функции (AMONG, ALT, FAIL, PSET).

База данных Плэнера. Функции для поиска, записи и вычеркивания утверждений.

Теоремы. Классификация. Определение теорем.

Задачи:

найти значение формы (с простыми и сегментными обращениями к переменным и функциям, с использованием сопоставителей),

описать в плэнерской базе данных некоторую ситуацию/объект,

определить простейшую функцию для работы со списками (Лисп/Плэнер),

по определению лисповской функции построить описание (на языке Плэнер) функции, выполняющей те же действия.

Тема 3. Решение задач и искусственный интеллект.

Пространство состояний, примеры.

Классификация алгоритмов поиска в пространстве состояний.

Эвристический поиск, эвристические оценочные функции.

Описание одного из методов поиска (словесное, на псевдокоде).

Решение конкретной переборной задачи, построение дерева поиска.

И/ИЛИ графы, игровые деревья.

Минимаксная процедура, понятие об альфа-бета процедуре.

Решение конкретной игровой задачи (минимаксная процедура), построение дерева поиска хода.

Редукция задач.

Особенности и механизмы работы системы GPS. Используемые описания проблемной среды.

Подход к моделированию рассуждений на основе традиционной логики.

Проблема немонотонности, рассуждение в условиях неопределенности, логическая абдукция.

Интеллектуальные и промышленные роботы. Перспективные сферы применения промышленных роботов. Интеллектуальные агенты.

Задачи:

Решить простую переборную задачу одним из указанных методов (поиск вширь, поиск вглубь, эвристический поиск).

Найти решение игровой задачи с помощью минимаксной процедуры.

Решить простую задачу (символьное интегрирование) методом редукции.

На построенном заранее с помощью минимаксной процедуры дереве поиска проиллюстрировать возможности альфа- и бета- отсечения ветвей.

Проиллюстрировать на конкретном примере логическую абдукцию.

Тема 4. Проблема знаний.

Предметная и проблемная области.

Знания, умения, навыки.

База знаний.

Извлечение и приобретение знаний. Эксперт, инженер знаний. Проблема открытости знаний.

Базовые методы представления знаний: логические методы, семантические сети, фреймы, продукции.

Проблемы, возникающие при формировании базы знаний.

Обучение и обучающие выборки. Проблемы полноты и репрезентативности.

Символьное обучение в пространстве понятий.

Понятие о генетических алгоритмах. Основные операторы. Схема работы.

Понятие об искусственных нейронных сетях. Бинарная классификация. Типы нейронных сетей.

Примеры задач, успешно решаемых с помощью генетических алгоритмов и нейронных сетей.

Задачи:

Описать некоторую ситуацию/объект с помощью одного из базовых методов представления знаний,

Построить описания новых объектов базы знаний с помощью операций обобщения (символьное обучение).

Тема 5. Экспертные системы (ЭС).

Типичные задачи, решаемые с помощью ЭС.

Архитектура ЭС, функции основных модулей, объяснение в ЭС.

Основной цикл работы решателя ЭС.

Конкретный пример работы решателя ЭС (3-4 правила, 3-4 факта).

Особенности экспертных систем реального времени.

Метазнания в ЭС. Виды метазнаний, их использование.

Методы извлечения экспертных знаний. Эксперт и инженер знаний.

Задачи:

Показать на примере (3-4 правила, 1-2 факта), как выполняются этапы основного цикла работы ЭС.

Проиллюстрировать на примере распространение вероятности в ходе вывода.

Тема 6. Общение человека с системой ИИ.

Естественный язык в деятельности человека. Субъективные факторы.

Естественный язык как знаковая система.

Свойства и аспекты языкового знака.

Естественный язык в человеко-машинном общении (место, трудности, перспективы).

Значение и смысл, проблема понимания.

Лингвистические банки данных, компьютерные словари, лингвистические процессоры.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания <i>Проверочные работы, экзамен</i>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения <i>Контрольные работы, экзамен</i>	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>Экзамен</i>	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

Соответствие результатов обучения и компетенций, в развитии которых участвует дисциплина (модуль)

Результаты обучения	Компетенция, с частичным формированием которой связано достижение результата обучения
<p>Знать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. основные понятия, историю, связь с работами в области психологии мышления, тенденции развития и перспективы исследований и разработок в области искусственного интеллекта, сферы и пути внедрения получаемых результатов; 2. особенности программного обеспечения исследований в области искусственного интеллекта; 3. базовые методы и алгоритмы планирования (поиска) решения, в том числе, методы эвристического поиска; необходимый математический аппарат; 4. основные методы получения и формального (компьютерного) представления знаний о проблемной среде в системах искусственного интеллекта; 5. подходы к обеспечению интерфейса пользователя с системами искусственного интеллекта. <p>Уметь:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. применять на практике методы проектирования, разработки, построения и программной реализации: поисковых (переборных) алгоритмов, фрагментов баз знаний, отдельных компонентов интеллектуальных систем. <p>Владеть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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 информации; 2. навыками решения типовых задач, возникающих на различных этапах жизненного цикла систем искусственного интеллекта или их отдельных компонентов. 	<p>ПК-6.Б</p> <p>ОПК-1.Б ОПК-2.Б ПК-2.Б ПК-4.Б</p>

8. Ресурсное обеспечение:

Литература и Web-источники

Основная литература

1. Мальковский М.Г. Конспект лекций по курсу «Искусственный интеллект» [HTML] (<http://al.cs.msu.ru/classes/ai2017>)
2. Тихомиров О.К. Психология мышления. 4-е издание. – М.: Академия, 2008. 1-е издание, 1984. [DOC] (<https://studfiles.net/preview/1664245/page:41/>)
3. Люгер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е издание. – М.: Вильямс, 2003. [DJVU] (https://www.studmed.ru/lyuger-dzh-f-iskusstvennyy-intellekt-strategii-i-metody-resheniya-slozhnyh-problem_ebc0c5437c6.html)

4. Большакова Е.И., Груздева Н.В. Основы программирования на языке Лисп: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2010.

[PDF] (<http://www.recyclebin.ru/BMK/LISP/lisp.html>)

5. Большакова Е.И., Мальковский М.Г., Пильщиков В.Н. Искусственный интеллект: методы и алгоритмы эвристического поиска. – М.: МГУ, 2002.

6. Мальковский М.Г., Грацианова Т.Ю., Полякова И.Н. Прикладное программное обеспечение: системы автоматической обработки текстов. – М.: МГУ, 2000.

[HTML] (<http://knigosite.ru/library/books/46298>)

7. Goodfellow I., Bengio Y. and Courville A. Deep Learning, MIT Press, 2016.

[HTML] (<https://www.deeplearningbook.org/>)

Дополнительная литература

1. Пильщиков В.Н. Язык плэнер. – М.: Наука, 1983.

[DJVU] (<http://www.recyclebin.ru/BMK/PLANNER/planner.html>)

2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. – М.: Физматлит, 2006.

3. Джексон П. Введение в экспертные системы. – М.: Вильямс, 2000.

[DOC] (<https://nsu.ru/xmlui/handle/nsu/9053>)

4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – С-Пб.: Питер, 2000.

[DJVU] (<http://www.twirpx.com/file/13533/>)

5. Мальковский М.Г. Диалог с системой искусственного интеллекта. – М.: МГУ, 1985.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

На сайте кафедры алгоритмических языков факультета ВМК МГУ публикуется ежегодно обновляемый конспект лекций:

Мальковский М.Г. Конспект лекций по курсу «Искусственный интеллект» для студентов бакалавриата ПМИИ.

[HTML] (<http://al.cs.msu.su/classes.html>).

Оперативная информация (методические указания, результаты коллоквиумов и др.) рассылается студентам, слушающим курс;

используется коллективный почтовый ящик: MalkArtInt@mail.ru

Система Скайп служит для оперативной связи со студентами, в том числе, для проведения индивидуальных консультаций.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наличие литературы в библиотеке, медиапроектор и компьютер для проведения лекций-презентаций. Наличие общедоступных образовательных интернет-ресурсов по тематике дисциплины. Маркерная или меловая доска.

9. Язык преподавания.

русский

10. Преподаватель (преподаватели).

профессор, д.ф.-м.н. Михаил Георгиевич Мальковский

11. Автор (авторы) программы.

профессор, д.ф.-м.н. Михаил Георгиевич Мальковский