

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ  
«МЭИ»

по научной работе

Драгунов В.К.

---

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В  
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 1.2. Компьютерные науки и информатика

Научная специальность – 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение

Москва, 2022

## **I. Понятие искусственного интеллекта, системы искусственного интеллекта (интеллектуальной системы), машинного обучения**

Определение искусственного интеллекта (ИИ) как одного из направлений информатики и основные задачи ИИ.

Основные направления и этапы развития ИИ. Системы ИИ (СИИ) (интеллектуальные системы) как системы, основанные на знаниях. Понятие экспертной системы (ЭС) и интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР). Языки и системы представления знаний.

Понятия «большие данные» (Big Data), «сырые/зашумленные данные» (Raw/Noisy Data) и интеллектуального анализа данных (Data mining & Knowledge discovery).

Машинное обучение (МО) как одно из основных направлений ИИ. Роль МО в СИИ. Методы обучения с учителем и без учителя. МО на основе нейросетевых технологий.

Понятия «сильного» ИИ и «доверенных» СИИ.

Этические проблемы, связанные с созданием и внедрением методов и систем ИИ, включая моделирование ожидаемых социальных и экономических последствий.

## **II. Основы теории множеств, теории алгоритмов и вычислимых функций. Теория графов**

Понятие множества. Счетные и несчетные множества, мощность множества. Операции и отношения на множествах. Упорядоченные множества. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки, их эквивалентность. Свойства решеток. Булевы решетки, операции на решетках.

Понятие алгоритма: интуитивное и формальное как уточнение интуитивного понятия. Модели вычислимости: машины Тьюринга, рекурсивные функции, нормальные алгоритмы Маркова. Алгоритмически неразрешимые проблемы.

Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Отношения частичного порядка.

Формальные языки, их классификация, средства задания и синтаксического анализа. Функциональные языки, основанные на  $\lambda$ -исчислении на примере ЛИСП.

Модели взаимодействующих и параллельных процессов: сети Петри, модель Хоара. Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях.

Понятие графа, основные характеристики. Эквивалентность и изоморфизм графов. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Плоские графы и их основные свойства. Взвешенные графы, гиперграфы и мультиграфы.

### **III. Математическая логика и моделирование рассуждений на основе логик**

Предмет математической логики. Формальные системы (ФС). Разрешимость и неразрешимость ФС. Исчисление высказываний как класс ФС. Свойства системы аксиом исчисления высказываний (полнота, непротиворечивость и независимость). Исчисление предикатов первого порядка. Теорема о дедукции для исчисления предикатов. Свойства системы аксиом: полнота и непротиворечивость. Теорема Геделя о полноте.

Автоматическое доказательство теорем. Нормальные формы: дизъюнктивная, конъюнктивная, пренексная. Логические следствия. Сколемовская нормальная форма. Универсум Эрбрана и эрбрановская база. Семантические деревья. Принцип резолюции для логики предикатов первого порядка. Модификации принципа резолюции: семантическая резолюция, линейная резолюция. Метод аналитических таблиц в логике предикатов первого порядка. Множество Хинтики для логики предикатов первого порядка.

Методы дедуктивного вывода в СИИ. Использование принципа резолюции в дедуктивных вопросно-ответных системах, при построении плана действий робота.

Логика и модифицируемые рассуждения. Моделирование рассуждений «здравого смысла» на основе неклассических (нетрадиционных) логик: индуктивных, абдуктивных, логик аргументации. Модальные логики знания и веры (убеждений). Немонотонные логики Мак-Дермотта. Автоэпистемические логики. Темпоральные логики для линейного и ветвящегося времени.

### **IV. Модели представления данных и знаний. Системы управления базами данных и знаний**

Понятие знания, отличие данных от знаний. Модели представления знаний: логические, продукционные, на основе семантических сетей, онтологий и фреймов. Организация баз знаний (БЗ). Методы приобретения знаний, индуктивные методы обучения по примерам, методы на основе деревьев решений.

Модели баз данных. Реляционные базы данных (БД), языки запросов. Линейное представление документов, запросов, тезауруса, индексирования, поиска. CASE-средства и их использование при проектировании БД. Стандарты языков SQL.

Системы управления БД/БЗ (СУБД/СУБЗ). Организация реляционных (на основе концепции SQL) и нереляционных (на основе концепции NoSQL) БД/БЗ. Примеры нереляционных СУБД: графовая нереляционная СУБД Neo4j; документ-ориентированная СУБД MongoDB и др.

## V. Методы ИИ и МО

Поиск решения в условиях неопределенности на основе теоретико-вероятностных методов: метод Байеса, метод на основе субъективных вероятностей (коэффициентов уверенности), байесовские сети доверия. Поиск решения в условиях неопределенности: теория свидетельств Демпстера-Шейфера. Использование нечетких множеств и нечеткой логики при поиске решения.

Методы и технологии поиска, приобретения и использования знаний и закономерностей, в том числе – эмпирических, в СИИ. Возможности совместного применения методов машинного обучения и классического математического моделирования. Методы и средства использования экспертных знаний.

Методы и подходы формирования массивов данных и прецедентов, включая «большие данные», необходимых для решения задач ИИ и машинного обучения. Проблемно-ориентированные коллекции данных для важных прикладных областей.

Общая схема процесса принятия решений. Задача принятия решений. Специфика принятия решений в условиях определенности, риска, неопределенности. Классификация методов теории принятия решений. Строгие и эвристические методы. Поиск решения в пространстве состояний. Задачи эвристического поиска. Метод уменьшения различий и универсальный решатель задач GPS (General Problem Solver). Поиск решения на деревьях: максиминный метод и метод  $\alpha$ - $\beta$  отсечения.

Поиск решения с применением теоретико-игровых моделей. Методы решения антагонистических и биматричных игр.

Основы теории статистических решений («игры с природой»). Методы поиска решения при известных и неизвестных вероятностях состояний природы. Основы теории ожидаемой полезности. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения. Функция ожидаемой полезности. Теория субъективной ожидаемой полезности.

Методы поиска решения при наличии множества критериев, понятие оптимальных по Парето решений. Методы поиска решений на основе прецедентов (Case-based reasoning) и аналогий. Поиск решения на основе гибких (anytime) алгоритмов в СИИ (ИСППР) реального времени.

Оценка сложности алгоритмов поиска решения. Методы оптимизации и сокращения размерности пространства поиска решения.

Формирование знаний, МО и формирование понятий. Интеллектуальный анализ данных.

Методы и алгоритмы «мягких вычислений» (soft computing). Нечеткие множества, нечеткие логики и алгоритмы поиска решений. Эволюционное моделирование. Понятие генетического алгоритма, основные этапы. Искусственные нейронные сети, математическая модель нейрона, персептрон. Однослойные и многослойные сети, сверточные и рекуррентные сети. Алгоритмы обучения нейронной сети, включая глубокое обучение. Методы МО на основе обучения с подкреплением (Reinforcement learning).

Методы и алгоритмы моделирования мыслительных процессов: рассуждений, распознавания и классификации, формирования понятий.

Методы и алгоритмы машинного обучения для обработки и анализа текстов на естественном языке, для изображений, речи, биомедицины и других специальных видов данных. Основные концепции Semantic Web.

Применение методов и средств когнитивной графики для образного представления данных (ситуаций и состояний).

Постановка задач управления и (поддержки) принятия решений на основе СИИ и машинного обучения. Разработка систем управления с использованием методов и систем ИИ и машинного обучения, в том числе – управления роботами, автомобилями, БПЛА и т.п.

Исследования в области нейроморфных методов анализа данных, имитационное моделирование строения и функций мозга, в том числе – и с использованием методов машинного обучения. Нейроинформатика и методы моделирования биологических нервных систем.

Многоагентные системы и распределенный ИИ. «Облачные» системы и вычисления. Применение для решения задач ИИ и МО параллельных, квантовых вычислений и т.д.

## **VI. Языки программирования и инструментальные программные средства ИИ**

Обзор языков программирования ИИ: LISP, FRL, KRL, FRTL, CLIPS и др.

Инструментальные средства конструирования СИИ: CLIPS, SCADA-системы, системы-оболочки и другие. Возможности реализации СИИ на основе языков C#, Python и др. Реализация СИИ реального времени на основе концепции прикладной семиотики (семиотической системы).

Специализированное математическое и программное обеспечения СИИ и МО. Методы и средства взаимодействия СИИ с другими системами и человеком (оператором, лицом, принимающим решения в ИСППР, экспертом, инженером знаний и др.).

Примеры СИИ и МО для обработки и анализа текстов на естественном языке, для изображений, речи, биомедицины и других специальных видов данных.

### **Список литературы**

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001.

2. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. 2-е издание // Под редакцией В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.

3. Вагин В.Н. Знания и убеждения в интеллектуальном анализе данных. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019.

4. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2018.
5. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. Пособие. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
6. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. Изд. БХВ, Санкт-Петербург, 2011.
7. Дейт К. Введение в системы баз данных. – М.: Вильямс, 2005.
8. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007.
9. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Применение темпоральных моделей в интеллектуальных системах / Интеллектуальные системы. Колл. монография. Выпуск третий. / Под. Ред. В.М. Курейчика. – М.: Физматлит. 2009. – С. 124-139.
10. Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Вузовская книга, 2004.
11. Искусственный интеллект: В 3 кн. Справочник / Под. ред. Э.В. Попова, Д.А. Поспелова, В.Н. Захарова, В.Ф. Хорошевского. – М.: Радио и связь. – 1990.
12. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. / Под ред. Д.А. Поспелова. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.
13. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
14. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 1-3. М., СПб., Киев: ИД "Вильямс", 2000.
15. Кудрявцев В.Б., Андреев А.Е., Гасанов Э.Э. Теория тестового распознавания. – М.: Физматлит, 2007.
16. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженеров. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004.
17. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. – М.: Наука, 2000.
18. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. – М.: Логос, 2002.
19. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных: Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998.
20. Лопатин В.Н. Правовые основы информационной безопасности: Курс лекций. - М.: Изд-во МИФИ, 2000.
21. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
22. Макленнен Д. Microsoft SQL Server 2008: Data Mining – интеллектуальный анализ данных. - ВHV-СПб, 2009.

23. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. - М.: Мир, 2000.
24. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. – М.: ЭДИТОРИАЛ УРСС, 2011.
25. Назаров С.В., Широков А.И., Современные операционные системы. - М.: Изд-во Бином, 2011.
26. Новак В., Перфильева И, Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики. – М.: Физматлит, 2006.
27. Новейшие методы обработки изображений. / Под ред. А.А. Потапова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
28. Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
29. Петровский А. Б. Теория принятия решений. — М.: Академия. 2009.
30. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. - М.: Радио и связь, 1989.
31. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
32. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. – М.: УРСС, 2011.
33. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010.
34. Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. - М.: Финансы и статистика, 1996.
35. Тидвелл Дж. Разработка пользовательских интерфейсов. - Питер, 2008.
36. Финн В.К. Искусственный интеллект: Методология, применения, философия. – М.: КРАСАНД, 2011.
37. Финн В.К. Автоматическое порождение гипотез в интеллектуальных системах / Сост. Е.С. Панкратова, В.К. Финн; Под. общ. ред. В.К. Финна. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
38. Фролов А.Б. Классификация и распознавание топологических форм. – М.: Изд-во МЭИ, 2010.
39. Хоар Ч. Взаимодействующие последовательные процессы. – М.: Изд. «Мир», 1989.
40. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. – М.: Вильямс, 2002.
41. Чень К., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М.: Наука, 1983.
42. Эндрюс В.Г. Основы многопоточного и параллельного программирования. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2003.
43. Тарасов, В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: Философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. – М.: Эдиториал УРСС, 2002 . (Науки об искусственном) . - ISBN 5-8360-0330-0 .;

44. Макшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкаръ Л. Н.- "Системы поддержки принятия решений", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020. <https://e.lanbook.com/book/147135>.

45. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения : учебное пособие / Б. В. Добров, и др. – М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 . (Основы информационных технологий) . - ISBN 978-5-9963000-7-5 .;

46. Антониоу Г., Грос П., Хармелен в. Ф., Хоекстра Р.- "Семантический веб", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69963](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69963);

47. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И.- "Инженерия знаний. Модели и методы", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020. <https://e.lanbook.com/book/147337>.

48. Шапиро, Л. Компьютерное зрение = Computer vision : учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная информатика (в областях)" : пер. с англ. / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; ред. С. М. Соколов . – 3-е изд. (электронное) . – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 . (Лучший зарубежный учебник) . - ISBN 978-5-9963-3003-4 .;

49. 2. Аверкин, А. Н. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы: учебное пособие по курсу "Нетрадиционные модели вычислений" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Н. Аверкин, Е. В. Деньщикова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . ISBN 978-5-7046-1547-7 .;

50. 3. Калитин Д. В.- "Artificial neural networks", Издательство: "МИСИС", Москва, 2018. <https://e.lanbook.com/book/108048>;

51. 4. Глория Б. Г., Оскар Д. С., Хосе Л. Э., Исмаэль С. Г.- "Обработка изображений с помощью OpenCV", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016. <https://e.lanbook.com/book/90116>.

52. Флах П.- "Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2015. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69955](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69955);

53. 2. Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А.- "Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018. <https://e.lanbook.com/book/105836>;

54. 3. Ростовцев В. С.- "Искусственные нейронные сети", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021. <https://e.lanbook.com/book/160142>;

Рекомендуются также статьи в журналах «Российская академия наук. Искусственный интеллект и принятие решений», «РАН. Теория и системы управления», «Программные продукты и системы. Международный научно-практический журнал» и материалы конференций по ИИ, например, Национальных конференциях по искусственному интеллекту с



международным участием (КИИ). Информацию о конференциях и семинарах по ИИ, конструированию СИИ и их применению можно получить на сайте Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ) <http://raai.org>, <https://raai.space>.

Директор ИВТИ  
к.т.н., доцент

Вишняков С.В.