

**ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ А.Ф. МОЖАЙСКОГО**

Кафедра Математического обеспечения

несекретно

Экз. № 1

УТВЕРЖДАЮ

Начальник 25 кафедры  
полковник \_\_\_\_\_ С.Петренко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.

Автор: профессор 25 кафедры  
доктор технических наук  
профессор А. Хомоненко

Тема: Вводная лекция

по дисциплине: Системы искусственного интеллекта

Обсуждено и одобрено на заседании 25 кафедры

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г.  
протокол № \_\_\_\_

Санкт-Петербург  
2007

## Содержание занятия и время

Введение.....	7 мин.
Учебные вопросы (основная часть)	
1. Понятия искусственного интеллекта.....	20 мин.
2. Предмет и задачи дисциплины.....	25 мин.
3. Литература .....	15 мин.
4. Направления работ и инструментарий ИИ.....	20 мин.
Заключение.....	3 мин.

### Литература:

#### Основная:

1. Основы современных компьютерных технологий. /Учебник под ред. профессора А.Д. Хомоненко. – С.-Пб.: Корона-принт, 2005,стр. 333-351.
2. Конспект лекции.

#### Дополнительная:

1. \_\_\_\_\_  
(наименование издания, страницы)
2. \_\_\_\_\_  
(наименование издания, страницы)
3. \_\_\_\_\_  
(наименование издания, страницы)

#### Материально-техническое обеспечение:

1. Наглядные пособия (по данным учета кафедры): -
2. Технические средства обучения: проектор
3. Приложения (диафильмы, слайды): презентация «Вводная лекция»

Организационно-методические указания: Во введении сформулировать тему лекции, цель и название изучаемых вопросов.

При изложении первого вопроса акцентировать внимание на парадигме систем искусственного интеллекта.

В основной части сконцентрировать внимание курсантов на современном состоянии проблем искусственного интеллекта.

Обратить внимание обучаемых на примеры применения систем искусственного интеллекта в повседневной деятельности Космических войск.

В заключительной части обобщить изложенный материал и сформулировать задание на самостоятельную подготовку.

## **Цель лекции: Сконцентрировать внимание курсантов на актуальности проблем искусственного интеллекта в автоматизированных системах**

### **Введение**

#### **Учебные вопросы:**

#### **1. Понятия искусственного интеллекта**

**Искусственный интеллект (ИИ)** – это научная дисциплина, возникшая в 50-х годах на стыке кибернетики, лингвистики, психологии и программирования. С самого начала исследования в области ИИ пошли по двум направлениям.

*Первое (бионическое)* – попытки смоделировать с помощью искусственных систем психофизиологическую деятельность человеческого мозга с целью создания искусственного разума.

*Второе (прагматическое)* – создание программ, позволяющих с использованием ЭВМ воспроизводить не саму мыслительную деятельность, а являющиеся ее результатами процессы. Здесь достигнуты важные результаты, имеющие практическую ценность. В дальнейшем речь будет идти об этом направлении.

Разработка интеллектуальных программ существенно отличается от обычного программирования и ведется путем построения системы искусственного интеллекта (СИИ). Если обычная программа может быть представлена в парадигме:

**Программа=Алгоритм+Данные,**

то для СИИ характерна другая парадигма:

**СИИ=Знания + Стратегия обработки знаний.**

Основным отличительным признаком СИИ является работа со знаниями. Если для обычных программ представление данных алгоритма определяется на уровне описания языка программирования, то для СИИ представление знаний выливается в проблему, связанную со многими вопросами: что такое знания, какие знания хранить в системе в виде *базы знаний (БЗ)*, в каком виде и сколько, как их использовать, пополнять и т.д.

В отличие от данных, знания обладают следующими свойствами:

- *внутренней интерпретируемостью* – вместе с информацией в БЗ представлены информационные структуры, позволяющие не только хранить знания, но и использовать их;
- *структурированностью* – выполняется декомпозиция сложных объектов на более простые и установление связей между ними;
- *связанностью* – отражаются закономерности относительно фактов, процессов, явлений и причинно-следственные отношения между ними;
- *активностью* – знания предполагают целенаправленное использование информации, способность управлять информационными процессами по решению определенных задач.

Все эти свойства знаний в конечном итоге должны обеспечить возможность СИИ моделировать рассуждения человека при решении прикладных задач – со знаниями тесно связано понятие процедуры получения решений задач (стратегии обработки знаний). В системах обработки знаний такую процедуру называют *механизмом вывода*, *логическим выводом* или *машиной вывода*. Принципы построения механизма вывода в СИИ определяются способом представления знаний и видом моделируемых рассуждений. Для организации взаимодействия с СИИ в ней должны быть средства общения с пользователем, т. е. *интерфейс*. Интерфейс обеспечивает работу с БЗ и механизмом вывода на языке достаточно высокого уровня, приближенном к профессиональному языку специалистов в той прикладной области, к которой относится СИИ. Кроме того, в

функции интерфейса входит поддержка диалога пользователя с системой, что дает пользователю получать *объяснения* действий системы, участвовать в поиске решения задачи, пополнять и корректировать базу знаний. Таким образом, основными частями систем, основанных на знаниях являются:

1. База знаний.
2. Механизм вывода.
3. Интерфейс с пользователем.

Каждая из этих частей может быть устроена по-разному в различных системах, отличия эти могут быть в деталях и в принципах. Однако для всех СИИ характерно *моделирование человеческих рассуждений*. СИИ создаются для того, чтобы овеществлять в рамках программно-технической системы знания и умения, которыми обладают люди, чтобы решать задачи, относящиеся к области творческой деятельности человека.

Знания, на которые опирается человек, решая ту или иную задачу, существенно разнородны. Это прежде всего:

- понятийные знания (набор понятий и их взаимосвязи);
- конструктивные знания (знания о структуре и взаимодействии частей различных объектов);
- процедурные знания (методы, алгоритмы и программы решения различных задач);
- фактографические знания (количественные и качественные характеристики объектов, явлений и их элементов).

Особенность систем представления знаний заключается в том, что они моделируют деятельность человека, осуществляемую часто в неформальном виде. Модели представления знаний имеют дело с информацией, получаемой от экспертов, которая часто носит качественный и противоречивый характер. Для обработки с помощью ЭВМ такая информация должна быть приведена к однозначному формализованному виду. Методологией формализованного представления знаний является логика.

## 2. Предмет и задачи дисциплины

Одним из направлений теории искусственного интеллекта является инженерия знаний. Важнейшими задачами инженерии знаний являются исследование, разработка и применение экспертных систем.

В настоящее время наблюдается повышения уровня программных продуктов, используемых в повседневной деятельности современного инженера в качестве инструментария при решении различных прикладных задач. Если ранее привычным программным инструментом обычного пользователя, как правило, являлся текстовый редактор или процессор, например Лексикон или Word. То позднее такими инструментами становятся табличные процессоры типа Excel и системы управления базами данных такие как Access и даже средства быстрой разработки приложений такие как Delphi или C++ Builder.

Можно предположить, что в ближайшее время привычным инструментальным средством современного инженера станут *экспертные системы*.

Более подробно определение экспертной системы мы рассмотрим ниже. Сейчас укажем отличительные свойства экспертных систем и приведем обстоятельства, при которых целесообразны разработка и применение экспертных систем.

Отличительной особенностью экспертных систем является их ориентация на решение *неформализованных* задач, обладающих одной или несколькими следующими характеристиками:

- невозможность задания в числовой форме;
- цели нельзя выразить в терминах точно определенной целевой функции;
- отсутствие алгоритмического решения задачи;

- невозможность использования существующего алгоритмического решения из-за ограниченности аппаратных ресурсов.

К числу особенностей неформализованных задач можно отнести также следующее:

- ошибочность, неоднозначность, неполнота и противоречивость исходных данных;
- ошибочность, неоднозначность, неполнота и противоречивость знаний о проблемной области и решаемой задаче;
- большая размерность пространства решения;
- динамически изменяющиеся данные и знания.

Экспертные системы и системы искусственного интеллекта, в отличие от систем обработки данных, используют в основном *символьное*, а не числовое, представление данных, символьный вывод и эвристический поиск решения, а не реализация известного алгоритма.

Решения, получаемые с помощью ЭС, отличаются "*прозрачностью*" в том смысле, что могут быть объяснены пользователю на качественном уровне. Это обусловлено способностью ЭС рассуждать о своих знаниях и умозаключениях.

Специалистами по системам программирования в последние несколько лет высказывались мнения, что применение экспертных систем и систем искусственного интеллекта не дало ожидаемого эффекта и их ждет постепенное отмирание. Отправной точкой таких суждений являлось рассмотрение ЭС в качестве альтернативы традиционному программированию и предположение, что ЭС полностью решают поставленные задачи в изоляции от других программных средств. Действительно, на раннем этапе развития ЭС особенности используемых в них языков программирования, технологии разработки программ и аппаратных средств позволяли предположить высокую сложность интеграции их с традиционными программными системами.

В настоящее время инструментальные средства разработки ЭС создаются в соответствии с современными достижениями технологии программирования. При этом технология ЭС находит свое применение при разработке интегрированных приложений во многих областях.

Рассматривая нынешнее состояние СИИ и ЭС, многие авторы отмечают коммерческие успехи их применения. В качестве причин такого успеха современных инструментальных средств искусственного интеллекта (СИ ИИ) указывают следующие их свойства:

- ***интегрированность***, означающая простоту использования СИ ИИ совместно с другими информационными технологиями и средствами;
- ***открытость и переносимость***, означающую соответствие стандартам, обеспечивающих открытость и переносимость;
- ***использование языков традиционного программирования и рабочих станций.***

Первое позволило упростить обеспечение интегрированности, снизить требования приложений ИИ к аппаратным ресурсам по быстродействию и объему основной памяти. Второе существенно увеличило круг приложений, выполняемых с использованием ИС ИИ;

- ***проблемно/предметно-ориентированные ИС ИИ.*** Переход к таким системам обеспечивает: сокращение сроков разработки приложений, увеличение эффективности использования ИС, упрощение и ускорение работы эксперта, повторную используемость информационного и программного обеспечения (объекты, классы, правила, процедуры).

Для примера укажем некоторые предметные области, в которых технологии ЭС получили успешное коммерческое применение:

- определение конфигурации вычислительной системы VAX (ЭС XCON/XSEL);
- управление трубопроводом (ИС G2 фирмы Gensym);

- выявление и устранение неисправностей в нефтехимической промышленности (ИС G2 фирмы Gensym);
- моделирование страховых рисков (ИС G2 фирмы Gensym).

В настоящей *дисциплине рассматриваются*:

- состав и назначение экспертных систем,
- модели представления знаний,
- математические основы построения экспертных систем,
- методы поиска решений в экспертных системах,
- представление и обработка нечетких знаний,
- технология проектирования и разработки экспертных систем.

Практические занятия проводятся с помощью:

- системы GURU автоматизации разработки экспертных систем. Здесь требуется овладеть технологией применения GURU для решения задач построения демонстрационных прототипов ЭС для конкретной предметной области;
- системы логического программирования Turbo Prolog. При этом требуется усовершенствовать знания и практические навыки по применению Turbo Prolog также для решения задач построения ЭС для конкретных предметных областей.

Отметим зарубежных и советских **ученых**, внесших заметный вклад в развитие и применение теории искусственного интеллекта. Основания названной теории связаны с работами Аристотеля, А. М. Тьюринга, Е. Поста и К. Геделя. Заметный вклад в развитие и применение теории СИИ внесли Дж. Робинсон (метод резолюций), А. Ньюэлл, М. Минский, Дж. Слэйгл, Е. Файгенбаум и др. В числе советских ученых можно назвать Г. С. Поспелова, Д. А. Поспелова, Э. В. Попова и С. Ю. Маслова.

### 3. Литература

#### Основная

1. Основы современных компьютерных технологий: Учебное пособие / Под ред. проф. А.Д. Хомоненко. – КОРОНА принт, 1998. – 446 с.
2. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 284 с.
3. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.А. Базы знаний интеллектуальных систем. –СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
5. Рассел С, Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ.. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.

#### Дополнительная

1. Адаменко А, Кучуков А. Логическое программирование и Visual Prolog. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 992 с.
2. Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие / Э. В. Попов, И.В Фоминых, Е.Б. Кисель и др. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
3. Змитрович А. И. Интеллектуальные информационные системы. – Мн.: НТООО "ТетраСистемс", 1997. – 368 с.
4. Микони С.В. Модели и базы знаний. Учебное пособие. – СПб.: ПГУПС, 2000.
5. Герман О. В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний. – Мн.: ДизайнПРО, 1995. – 225 с.

6. Рыжиков Ю. И. Руководство к практическим занятиям по информатике: Учебное пособие. – СПб: ВИКУ им. А. Ф. Можайского, 1998. – 143 с.
7. Военная системотехника и системный анализ. Модели и методы принятия решений в сложных организационно-технических комплексах в условиях неопределенности и многокритериальности. Учебник / Под ред. проф. Б.В.Соколова. – СПб: ВИКУ им. А. Ф. Можайского, 1999. – 496 с.
8. Искусственный интеллект: В 3 кн. Кн. 1. Системы общения и экспертные системы: Справочник /Под ред. Э. В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – 406 с.
9. Марселлус Д. Программирование экспертных систем на ТУРБО ПРОЛОГЕ: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 256 с.
10. Ерофеев А. А., Поляков А. О. Интеллектуальные системы управления. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1994. – 264 с.
11. Слэйгл Дж. Искусственный интеллект. Подход на основе эвристического программирования: Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 320 с.
12. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем: Пер. с англ. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 360 с.
13. Джексон П. Введение в экспертные системы. Перев. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001. – 624 с.
14. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. Перев. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 374 с.

#### 4. Направления работ и инструментарий ИИ

В настоящее время исследования в области ИИ имеют следующую прикладную *ориентацию*:

- общение на естественном языке и моделирование диалога;
- экспертные системы (ЭС);
- автоматическое доказательство теорем ;
- робототехника;
- интеллектуальные пакеты прикладных программ;
- распознавание образов;
- решение комбинаторных задач.

Наибольшие практические результаты достигнуты в создании ЭС, которые получили уже широкое распространение и используются при решении практических задач.

**Экспертная система** представляет собой программный комплекс, содержащий знания специалистов из определенной предметной области, обеспечивающий консультациями менее квалифицированных пользователей для принятия экспертных решений. Основное отличие ЭС от обычных программ, также способных поддерживать экспертные решения, заключается в отделении декларативных знаний от манипулирующего знаниями процедурного компонента.

**Интеллектуальный пакет прикладных программ (ИППП)** можно определить как интегрированную систему, позволяющую пользователю решать задачи без программирования – путем описания задачи и исходных данных. Программирование осуществляется автоматически программой планировщиком из набора готовых программных модулей, относящихся к конкретной предметной области. В числе примеров ИППП можно назвать систему ПРИЗ, в которой пользователь формирует свою задачу на непроцедурном языке УТОПИСТ. Еще одним примером ИППП является система СПОРА, в которой формирование задачи пользователь выполняет на непроцедурном языке ДЕКАРТ.

К числу ИППП относятся решатели вычислительных задач. В качестве примера назовем решатель вычислительных задач TK Solver, с помощью которого можно описывать и решать задачи вычислительного характера без программирования.

**Инструментальные средства**, используемые для разработки СИИ, в том числе ЭС, можно разделить на следующие типы:

- системы программирования на языках высокого уровня;
- системы программирования на языках представления знаний;
- оболочки систем искусственного интеллекта – скелетные системы;
- средства автоматизированного создания ЭС.

**Системы программирования на языках высокого уровня** (ЯВУ) таких как C++, Паскаль, Фортран, Бэйсик, Forth, Refal, SmallTalk, Лисп и др. в наименьшей степени ориентированы на решение задач искусственного интеллекта. Они не содержат средств, предназначенных для представления и обработки знаний. Тем не менее, достаточно большая, но со временем снижающаяся, доля СИИ разрабатывается с помощью традиционных ЯВУ. В приведенном перечне можно выделить языки Лисп и SmallTalk, как наиболее удобные и широко используемые для создания СИИ. В частности, широкое использование языка Лисп объясняется наличием развитых средств работы со списками и поддержкой механизма рекурсии, важных для характерной в СИИ обработки символьной информации. С помощью языка Лисп разработан ряд распространенных ЭС, таких как MYCIN, DENDRAL, PROSPECTOR.

**Системы программирования на языках представления знаний** имеют специальные средства, предназначенные для создания СИИ. Они содержат собственные средства представления знаний (в соответствии с определенной моделью) и поддержки логического вывода. К числу языков представления знаний можно отнести FRL, KRL, OPS5, LogLisp, Пролог и др. Разработка СИИ с помощью систем программирования на ЯПЗ основана на технологии обычного программирования. От разработчика требуются соответствующие программистские навыки и квалификация. Наибольшее распространение из числа названных языков получили язык логического программирования Пролог и OPS5.

**Средства автоматизированного создания ЭС** представляют собой гибкие программные системы, допускающие использование нескольких моделей представления знаний, способов логического вывода и видов интерфейса, и содержащие вспомогательные средства создания ЭС. В качестве примеров рассматриваемого класса средств можно назвать следующие системы: EXSYS (предназначена для создания прикладных ЭС классификационного типа), 1st-Class, Personal Consultant Plus, ПИЭС (программный инструментальный экспертных систем), GURU (интегрированная среда разработки ЭС), Xi Plus, OPS5+. Построение ЭС с помощью рассматриваемых средств заключается в формализации исходных знаний, записи их на входном языке представления знаний и описании правил логического вывода решений. Далее экспертная система наполняется знаниями.

К рассматриваемому классу систем можно отнести также **специальный программный инструментальный**. К примеру, сюда относятся библиотеки и надстройки над языком Лисп: KEE (Knowledge Engineering Environment – среда инженерии знаний), FRL (Frame Representation Language – язык представления фреймов), KRL (Knowledge Representation Language – язык представления знаний) и др. Они повышают возможности и гибкость в работе с заготовками экспертных систем.

**Оболочки, или "пустые" экспертные системы** представляют собой готовые экспертные системы без базы знаний. Примерами оболочек ЭС, получивших широкое применение, являются зарубежная оболочка EMYCIN (Empty MYCIN – пустой MYCIN) и отечественная оболочка Эксперт-микро, ориентированная на создание ЭС решения задач диагностики. Технология создания и использования оболочки ЭС заключается в том, что из готовой экспертной системы удаляются знания из базы знаний, затем база заполняется знаниями, ориентированными на другие приложения. Достоинством оболочек является



простота применения – специалисту нужно только заполнить оболочку знаниями, не занимаясь созданием программ. Недостатком применения оболочек является возможное несоответствие конкретной оболочки разрабатываемой с ее помощью прикладной ЭС.

**Заключение:**

Еще раз обратить внимание обучаемых на актуальность проблематики систем искусственного интеллекта.

На самостоятельной подготовке прочитать материалы из рекомендуемой литературы. Найти в Интернете материалы по направления исследования систем искусственного интеллекта.

ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ПРОФЕССОР

\_\_\_\_\_ А. ХОМОНЕНКО

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г.