**Лекция 1-2**

**Аннотация:**В данной лекции рассматриваются понятия искусственного интеллекта (ИИ) и интеллектуальной системы. Сделан краткий исторический обзор работ в области ИИ, робототехники и промышленных роботов.

**Ключевые слова:**[интеллект](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword1), [программа](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword2), [определение интеллектуальной системы](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword3), [интеллектуальная система](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword4), [искусственный интеллект](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword5), [ПО](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword11), [связь](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword14), [адаптивная система](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword15), [алгоритм функционирования](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword16), [самоорганизующаяся система](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword18), [интеллектуальные задачи](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword23), [интеллектуальная робототехническая система](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword24), [ИРС](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword25), [знания](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword27), [дедукция](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword32), [принятия решений](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword42), [эвристика](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword43), [логический вывод](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword49), [определение](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword52), [метазнания](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword65), [модульность](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword70), [однородность](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword72), [структурная схема](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword74), [запрос-ответ](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword75), [распознавание изображений](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword76), [информация](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword77), [входная информация](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword78), [БД](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword80), [предметной области](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword81), [робототехника](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword82), [БЗ](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword85), [анализ](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword94), [вывод](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword98), [контур](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword100), [база целей](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword105), [база данных](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword106), [интерпретация](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword109), [представление](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword110), [входной](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword112), [логический](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword115), [система продукций](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#keyword117), [трудно формализуемая задача](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword119), [доказательство теорем](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword121), [управление роботами](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword122), [машинный перевод](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword124), [понимание текстов на естественном языке](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword125), [игровая программа](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword126), [машинное творчество](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword127), [синтез музыки](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword128), [синтез стихотворений](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword129), [логика предикатов](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword132), [IPL](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword136), [theorist](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2" \l "keyword137), [NSS](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword139), [A-GPS](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword141), [problem](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2" \l "keyword142), [эвристический метод](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword146), [решатель](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword148), [Lisp](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword153), [KRL](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword154), [Smalltalk](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword155), [OPS5](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword156), [reduce](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword157), [Рефал](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword158), ['clip'](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword159), [система классификации](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword164), [комбинаторика](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword170), [здравый смысл](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword171), [числовой функцией](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword172), [оценивание](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword173), [экспертная система](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword177), [VAX](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword179), [production system](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2" \l "keyword182), [NASA](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2#keyword183), [expert system](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=2" \l "keyword186), [семантическая модель](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword193), [морфологический анализ](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword196), [синтаксический анализ](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword197), [Пирамида](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword199), [IFIP](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword211), [federation](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3" \l "keyword212), [эвристическое программирование](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword213), [sound](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3" \l "keyword214), [персептрон](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword218), [транспьютер](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword219), [исторический обзор](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword222), [НИОКР](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword224), [самообучение](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword225), [интегральная схема](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=3#keyword230), [деятельность](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword238), [механизмы](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword239), [слово](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword240), [луноход](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword241), [марсоход](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword242), [управление данными](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword243), [промышленный робот](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword256), [четыре поколения промышленных роботов](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword263), [диапазон](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword266), [корпорация](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword267), [соревнования роботов](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword271), [size](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4" \l "keyword272), [команда](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword277), [соревнования робототехнических систем](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword278), [grand challenge](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4" \l "keyword280), [реакция](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword286), [поиск](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=4#keyword289)

**Предмет исследования искусственного интеллекта.**

В 1950 году британский математик Алан Тьюринг опубликовал в журнале "Mind" свою работу "Вычислительная машина и *интеллект*", в которой описал тест для проверки программы на интеллектуальность. Он предложил поместить исследователя и программу в разные комнаты и до тех пор, пока исследователь не определит, кто за стеной - человек или *программа*, считать поведение программы разумным. Это было одно из первых определений интеллектуальности, то есть А. Тьюринг предложил называть интеллектуальным такое поведение программы, которое будет моделировать разумное поведение человека.

С тех пор появилось много *определений интеллектуальных систем* ( *ИС* ) и *искусственного интеллекта* ( *ИИ* ). Сам термин *ИИ (AI - Artificial Intelligence)* был предложен в 1956 году на семинаре в Дартсмутском колледже (США). Приведем некоторые из этих определений. Д. Люгер в своей книге [[ 1.1 ]](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/literature#literature.1.1)определяет " ***ИИ*** как область компьютерных наук, занимающуюся исследованием и автоматизацией разумного поведения".

В учебнике по *ИС*[[ 1.2 ]](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/literature#literature.1.2)дается такое определение: " ***ИИ*** - это одно из направлений информатики, целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка".

Введем определения, которые будем использовать в данной книге в качестве рабочих определений. Предметом информатики является обработка информации *по* известным законам. Предметом *ИИ* является изучение интеллектуальной деятельности человека, подчиняющейся заранее неизвестным законам. *ИИ* это все то, что не может быть обработано с помощью алгоритмических методов.

Системой будем называть множество элементов, находящихся в отношениях друг с другом и образующих причинно-следственную *связь*.

***Адаптивная система*** - это система, которая сохраняет работоспособность при непредвиденных изменениях свойств управляемого объекта, целей управления или окружающей среды путем смены *алгоритма функционирования*, программы поведения или поиска оптимальных, в некоторых случаях просто эффективных, решений и состояний. Традиционно, *по* способу адаптации различают самонастраивающиеся, самообучающиеся и *самоорганизующиеся системы* [[ 1.3 ]](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/literature#literature.1.3).

Под алгоритмом будем понимать последовательность заданных действий, которые однозначно определены и выполнимы на современных ЭВМ за приемлемое время для решаемой задачи.

Под ***ИС*** будем понимать *адаптивную систему*, позволяющую строить программы целесообразной деятельности по решению поставленных перед ними задач на основании конкретной ситуации, складывающейся на данный момент в окружающей их среде [[ 1.4 ]](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/literature#literature.1.4).

Сделаем два важных дополнения к данному *определению*.

1. К сфере решаемых *ИС* задач относятся задачи, обладающие, как правило, следующими особенностями:
   * в них неизвестен алгоритм решения задач (такие задачи будем называть интеллектуальными задачами);
   * в них используется помимо традиционных данных в числовом формате информация в виде изображений, рисунков, знаков, букв, слов, звуков;
   * в них предполагается наличие выбора (не существует алгоритма - это значит, что нужно сделать выбор между многими вариантами в условиях неопределенности). Свобода действий является существенной составляющей *интеллектуальных задач*.
2. *Интеллектуальные робототехнические системы* ( *ИРС* ) содержат переменную, настраиваемую модель внешнего мира и реальной исполнительной системы с объектом управления. Цель и управляющие воздействия формируются в *ИРС* на основе *знаний* о внешней среде, объекте управления и на основе моделирования ситуаций в реальной системе.

О каких признаках интеллекта уместно говорить применительно к *интеллектуальным системам*? *ИС* должна уметь в наборе фактов распознать существенные, *ИС* способны из имеющихся фактов и *знаний* сделать выводы не только с использованием *дедукции*, но и с помощью аналогии, индукции и т. д. Кроме того, *ИС* должны быть способны к самооценке - обладать рефлексией, то есть средствами для оценки результатов собственной работы. С помощью подсистем объяснения *ИС* может ответить на вопрос, почему получен тот или иной результат. Наконец, *ИС* должна уметь обобщать, улавливая сходство между имеющимися фактами.

Можно ли считать шахматную программу *интеллектуальной системой*? Если шахматная *программа* при повторной игре делает одну и ту же ошибку - то нельзя. Обучаемость, адаптивность, накопление опыта и *знаний* - важнейшие свойства интеллекта. Если шахматная *программа* реализована на компьютере с бесконечно-высоким быстродействием и обыгрывает человека за счет просчета всех возможных вариантов игры *по* жестким алгоритмам - то такую программу мы также не назовем интеллектуальной. Но если шахматная *программа* осуществляет выбор и принятие решений в условиях неопределенности на основе эффективных методов *принятия решений* и *эвристик*, корректируя свою игру от партии к партии в лучшую сторону, то такую программу можно считать достаточно интеллектуальной.

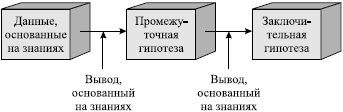
Всякий раз, как только возникают сомнения в интеллектуальности некоторой системы, договоримся вспоминать тест Алана Тьюринга на интеллектуальность. После этого сомнения и дальнейшие споры, как правило, прекращаются.

Следует определить также понятие *знания* - центрального понятия в *ИС*. Рассмотрим несколько определений.

1. ***Знания*** есть результат, полученный познанием окружающего мира и его объектов.
2. ***Знания*** - система суждений с принципиальной и единой организацией, основанная на объективной закономерности.
3. ***Знания*** - это формализованная информация, на которую ссылаются или которую используют в процессе *логического вывода* ([рис. 1.1](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#image.1.1)).
4. Под ***знаниями*** будем понимать совокупность фактов и правил. Понятие правила, представляющего фрагмент *знаний*, имеет вид:

если <условие> то <действие>

Например, если X истинно и Y истинно, то Z истинно с достоверностью P.



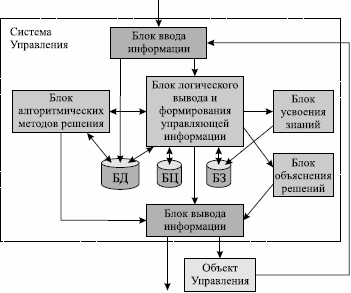
**Рис. 1.1.**Процесс логического вывода в ИС

Определения 1 и 2 являются достаточно общими философскими определениями. В ИC принято использовать *определение* 3 для определения *знаний*. *Определение* 4 есть частный случай определения 3.

Под статическими *знаниями* будем понимать *знания*, введенные в *ИС* на этапе проектирования. Под динамическими *знаниями* (опытом) будем понимать *знания*, полученные *ИС* в процессе функционирования или эксплуатации в реальном масштабе времени.

*Знания* можно разделить на факты и правила. Под фактами подразумеваются *знания* типа "A это A", они характерны для баз данных. Под правилами (продукциями) понимаются *знания* вида "ЕСЛИ-ТО". Кроме этих *знаний* существуют так называемые *метазнания* ( *знания* о *знаниях* ). Создание продукционных систем для представления *знаний* позволило разделить *знания* и управление в компьютерной программе, обеспечить *модульность* продукционных правил, т. е. отсутствие синтаксического взаимодействия между правилами. При создании моделей представления *знаний* следует учитывать такие факторы, как *однородность* представления и простота понимания. Выполнить это требование в равной степени для простых и сложных задач довольно сложно.

Рассмотрим подробнее систему управления *ИРС*, *структурная схема* которой представлена на [рис. 1.2](https://intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1368?page=1#image.1.2). На этом рисунке стрелками обозначено направление движения информации, двунаправленными стрелками обозначено взаимодействие типа "*запрос-ответ*" и "действие-подтверждение", весьма распространенное в информационных системах. Входом системы является Блок ввода информации, предназначенный для ввода числовых данных, текста, речи, *распознавания изображений*. *Информация* на вход системы может поступать (в зависимости от решаемой задачи) от пользователя, внешней среды, объекта управления. Далее *входная информация* поступает в Блок *логического вывода*, либо сразу в базу данных (*БД*) - совокупность таблиц, хранящих, как правило, символьную и числовую информацию об объектах *предметной области* (в нашем курсе лекций - объектах *робототехники* ).



**Рис. 1.2.**Структурная схема интеллектуальной робототехнической системы

Блок *логического вывода* (БЛВ) и формирования управляющей информации обеспечивает нахождение решений для нечетко формализованных задач *ИС*, осуществляет планирование действий и формирование управляющей информации для пользователя или объекта управления на основе Базы Знаний (*БЗ*), *БД*, Базы Целей (БЦ) и Блока Алгоритмических Методов Решений (БАМР).

*БЗ* - совокупность *знаний*, например, система продукционных правил, о закономерностях *предметной области*.

БЦ - это множество локальных целей системы, представляющих собой совокупность *знаний*, активизированных в конкретный момент и в конкретной ситуации для достижения глобальной цели.

БАМР содержит программные модули решения задач *предметной области* *по* жестким алгоритмам.

Блок усвоения *знаний* (БУЗ) осуществляет *анализ* динамических *знаний* с целью их усвоения и сохранения в *БЗ*.

Блок объяснения решений (БОР) интерпретирует пользователю последовательность *логического вывода*, примененную для достижения текущего результата.

На выходе системы Блок вывода информации обеспечивает *вывод* данных, текста, речи, изображений и другие результаты *логического вывода* пользователю и/или Объекту Управления (ОУ).

*Контур* обратной связи позволяет реализовать свойства адаптивности и обучения *ИС*. На этапе проектирования эксперты и инженеры *по* *знаниям* наполняют базу *знаний* и *базу целей*, а программисты разрабатывают программы алгоритмических методов решений. *База данных* создается и пополняется, как правило, в процессе эксплуатации *ИС*.

Динамика работы *ИРС* может быть описана следующим образом. При поступлении информации на внешнем языке системы на вход БВИ производится ее *интерпретация* во внутреннее *представление* для работы с символьной моделью системы. БЛВ выбирает из *БЗ* множество правил, активизированных поступившей *входной* информацией, и помещает эти правила в БЦ как текущие цели системы. Далее БЛВ *по* заданной стратегии, например, стратегии максимальной достоверности, выбирает правило из БЦ и пытается доопределить переменные модели внешнего мира и исполнительной системы с объектом управления. На основе этого активизируются новые правила *БЗ* и начинается *логический* *вывод* в *системе продукций* (правил). Эта процедура заканчивается, как только решение будет найдено, либо когда будет исчерпана БЦ. Найденное решение из внутреннего представления интерпретируется Блоком Вывода информации во внешний язык подсистемы управления низшего уровня и объекта управления. Более подробно этот процесс рассматривается в лекции 3.