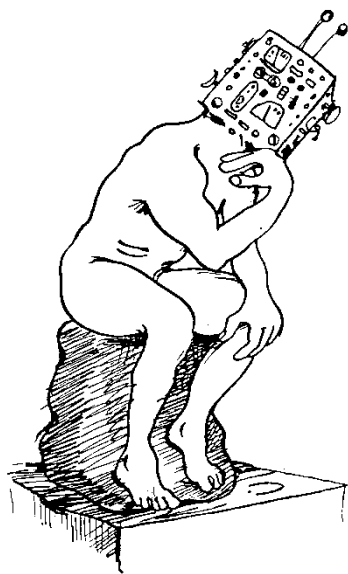


Карпов В.Э.

# Введение в интеллектуальную робототехнику



Лекция 1

Основные понятия

# Вместо эпиграфа

*"In from three or eight years we will have a machine with the general intelligence of an average human being. A machine will be able to read Shakespeare, grease a car, play office politics, tell a joke. At that point the machine will begin to educate itself with fantastic speed. In a few months it'll be at genius level and a few months after that its powers will be incalculable."*

*Marvin Minsky, 1970.*

*"Через три - восемь лет мы создадим робота с интеллектом, равным интеллекту обычного человека. Эти роботы смогут читать Шекспира, смазывать машину, работать в офисе и рассказывать анекдоты. Они будут самообучаться с фантастической скоростью и через несколько месяцев они станут гениями. А еще через несколько месяцев их возможности станут безграничными."*

*Марвин Мински, 1970*

# Предыстория. «Разумные машины»



Мифы и легенды

Андройды

К. Чапек (1920, «Россумские универсальные роботы»)

Лжероботы

А. Азимов (40-50 гг.)

Мистификации

Беззачатый пазухий  
Общая лупа  
Общая лупа  
Лупа

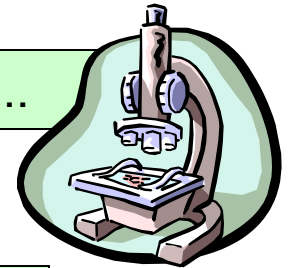
Области мозга, отвечающие за память



ЭВМ



Биология, физиология, ...



«Разумная машина»

Искусственный разум

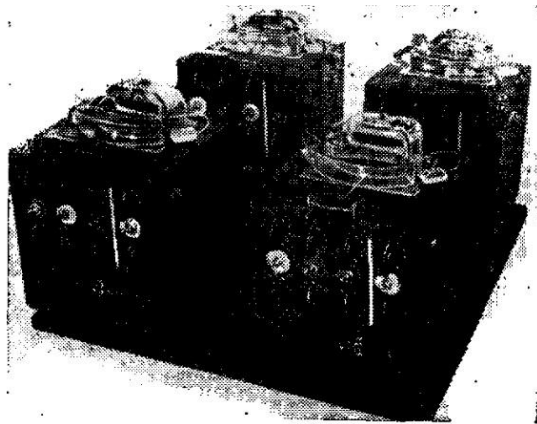
Механизм (датчики, регуляторы, исп. механизмы)

Интеллектуальные роботы

# История создания

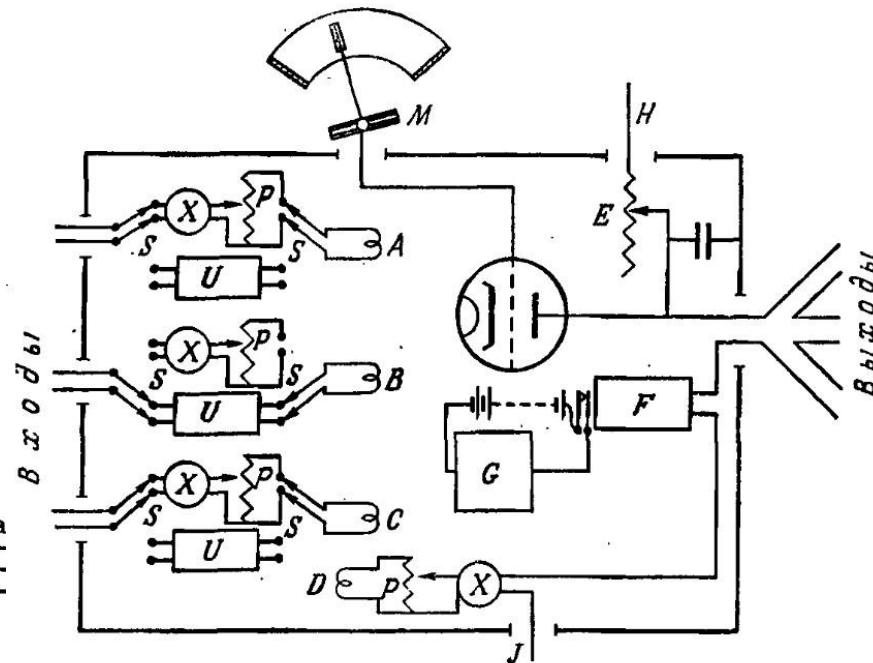
- Гомеостат Эшби (1948)
  - Черепашки Уолтера (1950-1951)
- 
- Робот «Шейки», Стенфордский университет (1969)
  - «Промышленный интеллектуальный робот», Электротехническая лаборатория, Япония (1969)
  - Робот «Таир», Киевский институт кибернетики (1972-1975)

# Гомеостат Эшби (1948)



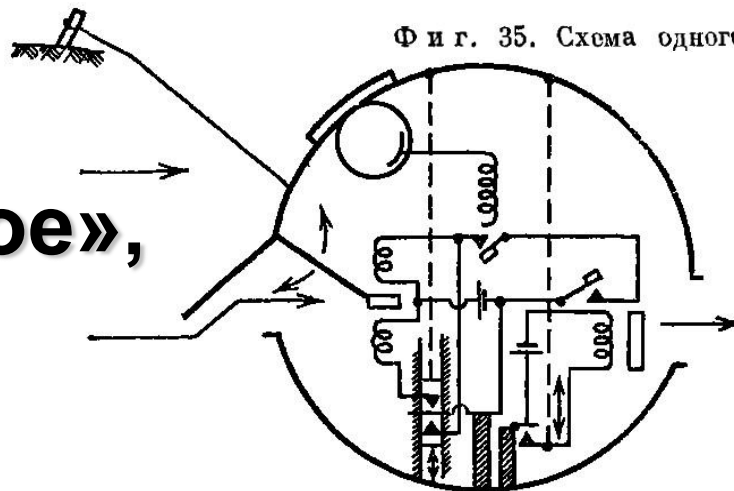
Ф и г. 33. Гомеостат.

На каждом блоке сверху расположены магнит и катушка, показанные на фиг. 34. На передней панели находится три ряда рукояток, при помощи которых осуществляется управление потенциометрами (верхний ряд), переключателями *X* (средний ряд) и переключателями *S* (нижний ряд). См. также фиг. 35.

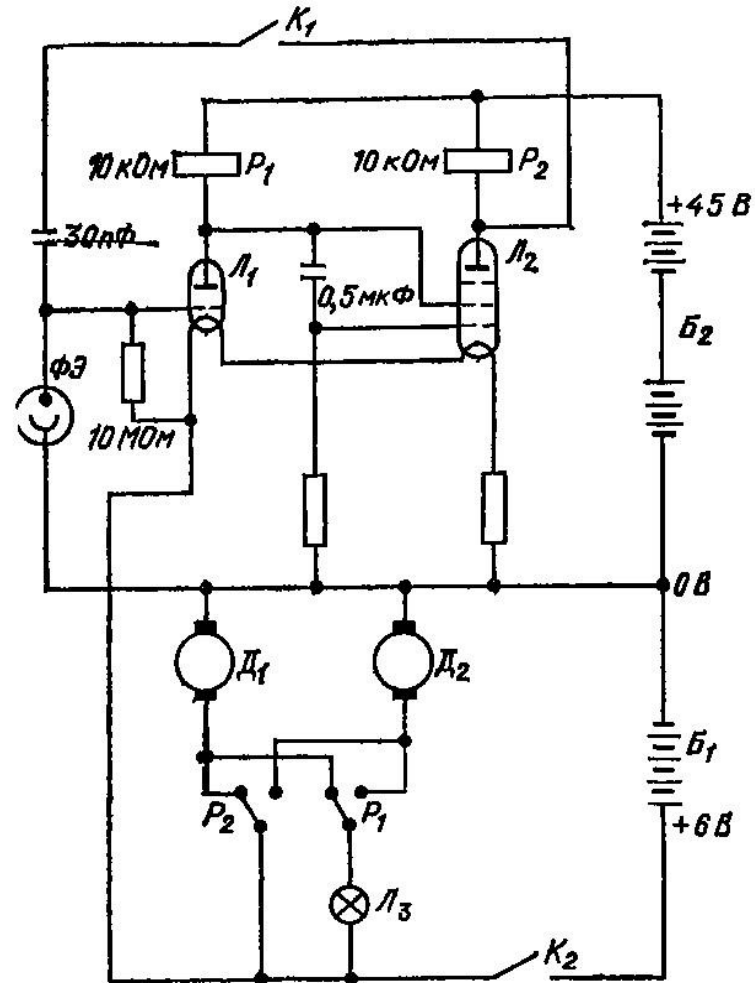
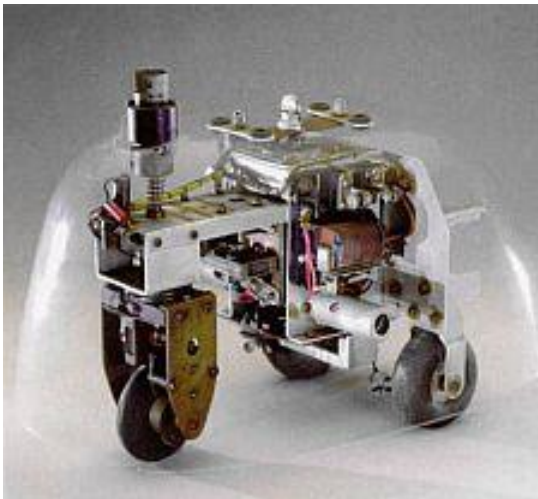


Ф и г. 35. Схема одного блока гомеостата.

**«Одноклеточное»,  
Ф. Люкс**

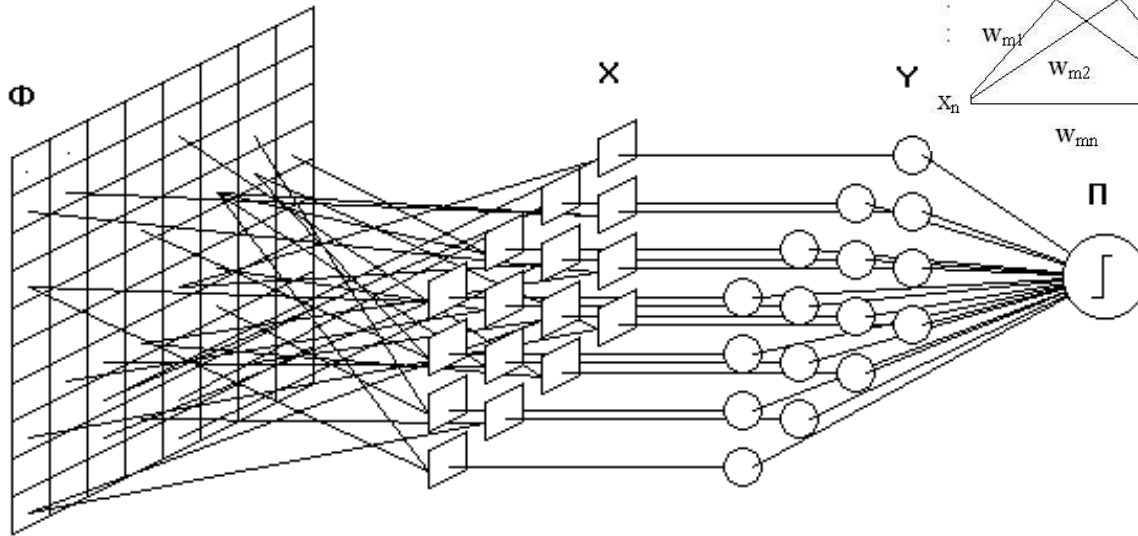
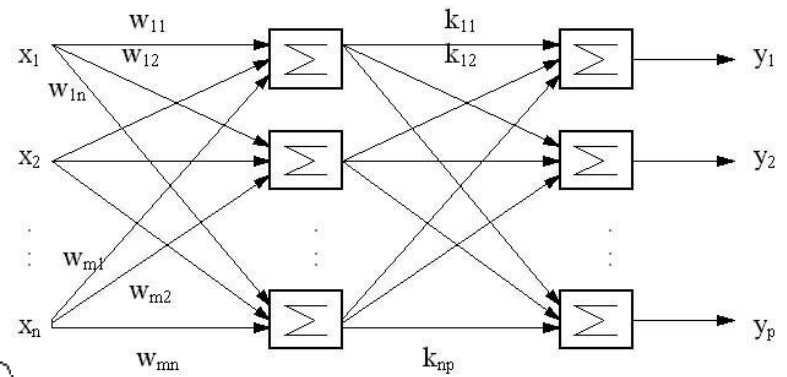
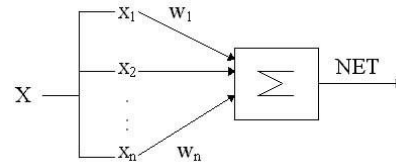
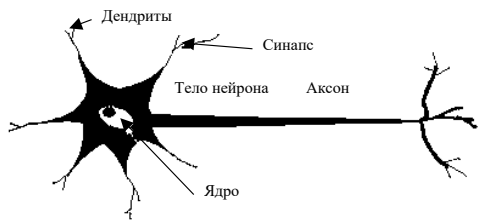


# "Черепашки" Уолтера (1950)

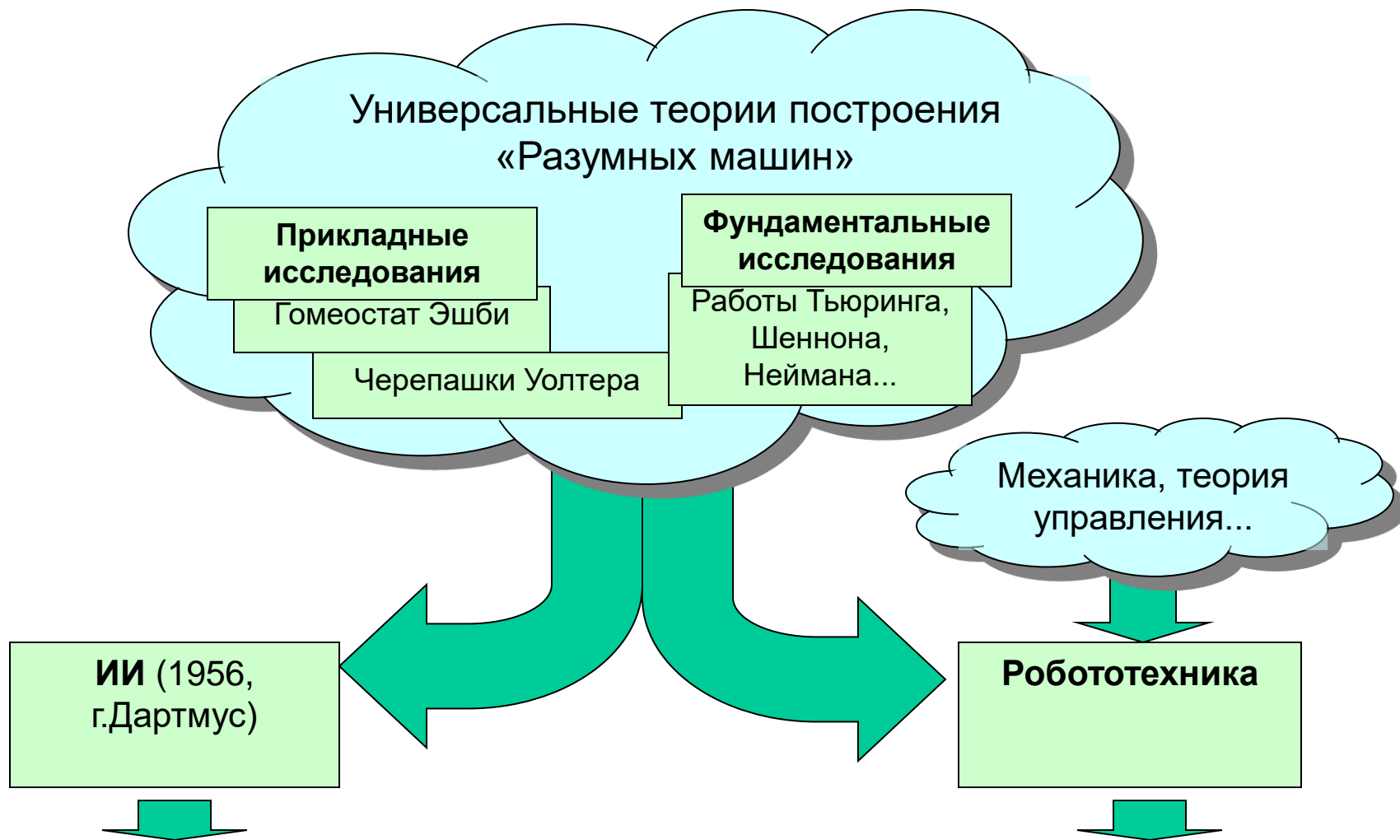


# Персептрон Розенблатта (1957)

1943 г. У. Мак-Каллок и У. Питс. Формальная модель нейрона



# Предыстория. Раскол





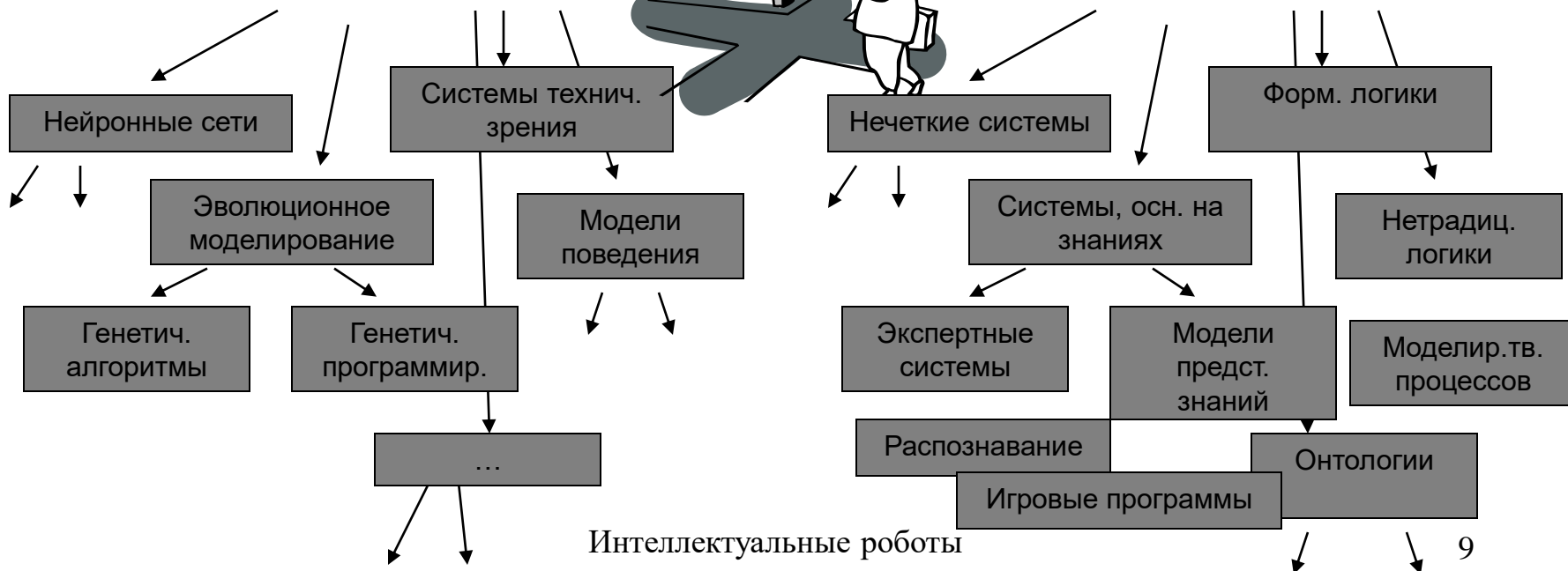
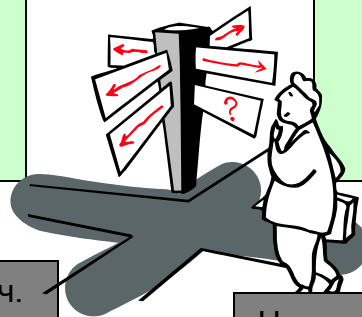
# История ИИ

Искусственный разум

## Искусственный интеллект

Бионическое направление

Эвристическое (прагматическое) направление



# Базовые направления ИИ

*A* - моделирование на ЭВМ отдельных творческих процессов

*B* - внешняя интеллектуализация ЭВМ

*C* - внутренняя интеллектуализация ЭВМ

*D* - **целенаправленное поведение роботов**  
(создание интеллектуальных роботов, способных автономно совершать операции по достижению целей, поставленных человеком).

# Введение. Робот

Р. – это машина с антропоморфным (человекоподобным) поведением, которая частично или полностью выполняет функции человека (иногда животного) при взаимодействии с окружающим миром

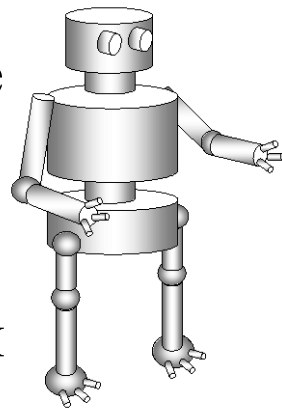
Р. - устройство, обладающее целенаправленным поведением и умеющее различать объекты внешней среды.

## 3 поколения роботов:

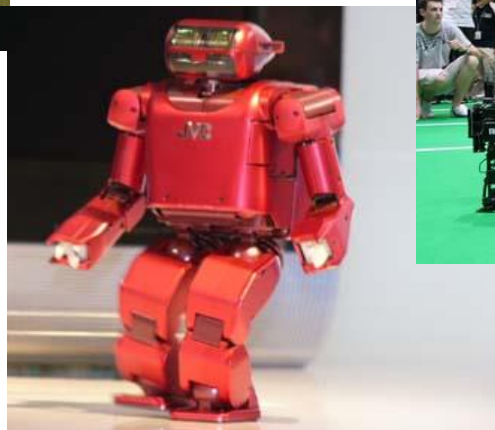
- Программные. Жестко заданная программа (циклограмма).
- Адаптивные. Возможность автоматически перепрограммироваться (адаптироваться) в зависимости от обстановки. Изначально задаются лишь основы программы действий.
- Интеллектуальные

# Определения. Робот

- Р - автомат, у которого связь с внешней средой не жесткая (рецепторы получают возможность переключаться с одного источника информации на другой) и эффекторы которого тоже являются управляемыми и могут воздействовать на различные объекты внешней среды. Р обладает целенаправленным поведением и умеет различать объекты внешней среды.
- Р – это технический комплекс, предназначенный для выполнения различных движений и некоторых интеллектуальных функций человека и обладающий необходимыми для этого исполнительными устройствами, управляющими и информационными системами, а также средствами решения вычислительно-логических задач.

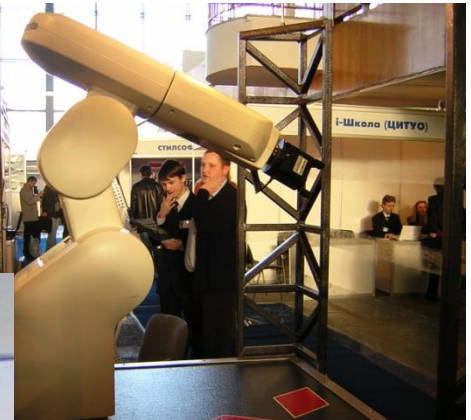


# Примеры. Андроидные роботы



# Примеры. Промышленные роботы

- Промышленные роботы-манипуляторы
- В мире было разработано более 270 моделей промышленных роботов



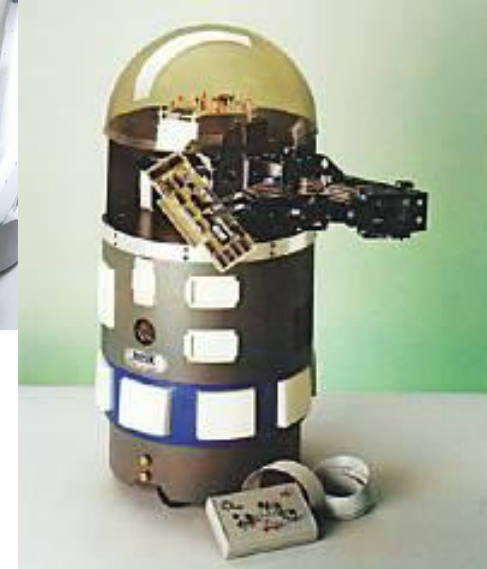
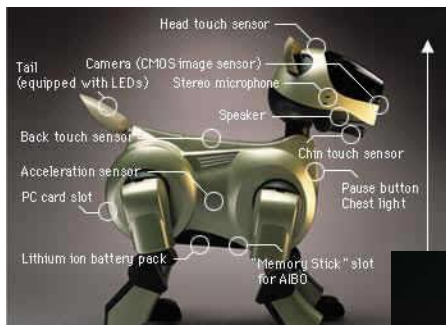
# Примеры. Роботы для дома

- Роботы-секретари
- Роботы-уборщики
- Роботы для общения



## Роботы для игр

- Роботы-животные
- Роботы-игрушки



Интеллектуальные роботы

# Примеры. Военные роботы, США

Планы DARPA по перевооружению армии (данные за 2006):

- Через 10 лет одна треть транспортных средств будет беспилотной
- За 6 лет планируется потратить \$14.78 млрд
- К 2025 году планируется переход к полноценной робототехнической армии





# Примеры. Военные роботы, Россия

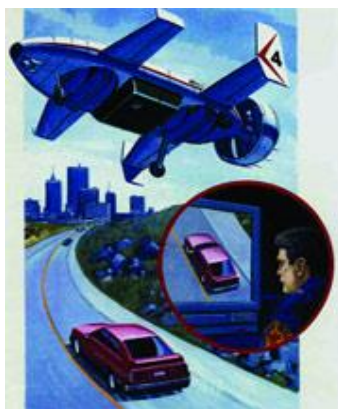
- Беспилотные самолеты
- Наземная техника
- Комплексы взаимодействующих самонаводящихся ракет (коллективное поведение), Капустин Яр, 2003



32 страны мира производят около 250 типов беспилотных самолетов и вертолетов

# Примеры. Роботы-охранники

- Патрулирование улиц
- Охрана помещений и зданий
- Воздушное наблюдение (БПЛА)



# Примеры. Мистификации

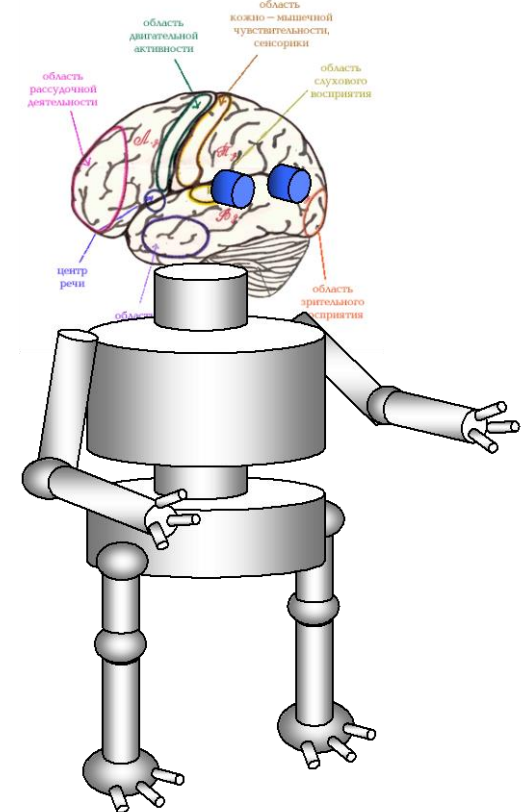


"Паровой" робот среди мексиканских повстанцев (XIX в.)

# Интеллектуальные роботы

Все очень «просто»:

**ИР = Робот + ИИ**



# Мифы интеллектуальной робототехники

- **Миф 1.** По-отдельности создано все необходимое для создания интеллектуального робота (ИИ-механизмы, «железо»). Осталось собрать все воедино.
- **Миф 2.** Интеллектуальные роботы уже существуют (особенно если верить СМИ). Дело лишь за тем, чтоб повысить их интеллектуальность и перейти на их массовый выпуск.
- **Миф 3.** Уже более полувека нет качественно новых идей и разработок. Все качественно новое было разработано уже давно.
- **Миф 4.** То, что было «создано» - не более чем иллюзия. Прорыв в интеллектуальной робототехнике только грядет.

- **1. Определения**

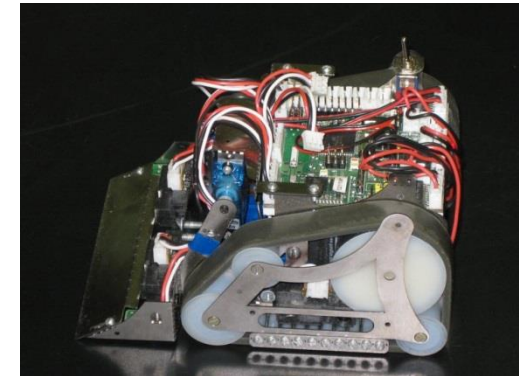
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- 4. Имитация эмоций и психических функций
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы



- Задачи движения
- Общение
- Коллективное поведение
- Спортивная робототехника

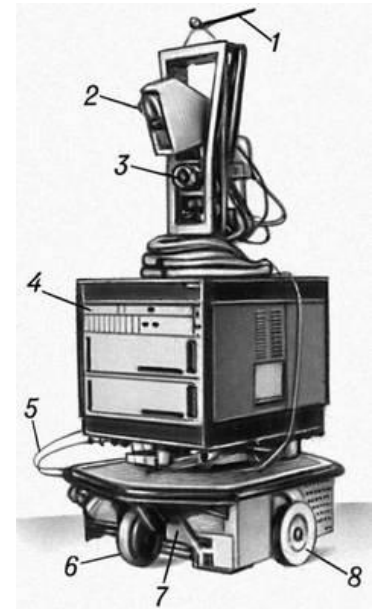
# Кто из них – интеллектуальный робот?

- Asimo [\(1\)](#) [\(2\)](#)
- Робот-сумоист
- Лего-робот [\(1\)](#) [\(2\)](#)
- Робот пылесос



# Определения

- «... ИР имеют датчики очувствления (сенсорную систему), воспринимающие информацию об окружающей обстановке, устройство обработки полученной информации (искусственный интеллект) — специализированную ЭВМ с набором программ — и исполнительные механизмы (моторную систему). Действия ИР обладают некоторыми признаками человеческого поведения: датчики собирают информацию о предметах окружающего мира, их свойствах и взаимодействии; на основе этих данных искусственный интеллект формирует модель внешнего окружения и принимает решение о последовательности действий P., которые реализуются исполнительными механизмами." (БСЭ)
- Стэнфордский очувствленный робот





# Словарь стандарта ISO

ISO 8373:2012 Robots and robotic devices:

2.6. robot: actuated mechanism programmable in two or more axes (4.3) with a degree of autonomy (2.2), moving within its environment, to perform intended tasks.

2.28. intelligent robot: robot (2.6) capable of performing tasks by sensing its environment and/or interacting with external sources and adapting its behavior.

# Определения ИР

- Перечислительные
- Функциональные
- Бихевиористские
- Структурные («конструктивные»)

# Перечислительные определения

1. ИР - робот, у которого имеется:

- Иерархия уровней управления – стратегического, тактического и исполнительного.
- Наличие моделей внешнего мира (внутренней среды).
- Наличие развитой рецепторной системы.
- Способность к распознаванию образов.
- ...

2. ИР – это робот, в состав которого входит *интеллектуальная система управления*.

# Функциональные определения

1. ИР должен обладать способностью решать задачи, сформулированные **в общем виде**.

Задание вводится в общей форме, а сам робот обладает возможностью принимать решения или планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной обстановке.

2. Действия ИР обладают некоторыми признаками человеческого поведения: датчики собирают информацию о предметах окружающего мира, их свойствах и взаимодействии; на основе этих данных СУ формирует модель внешнего окружения и принимает решение о последовательности действий, которые реализуются исполнительными механизмами.

# Бихевиористские определения

*Робот является интеллектуальным, если его поведение выглядит внешне «разумным», «осмысленным» и т.п. (некий Тезис Тьюринга применительно к робототехнике).*

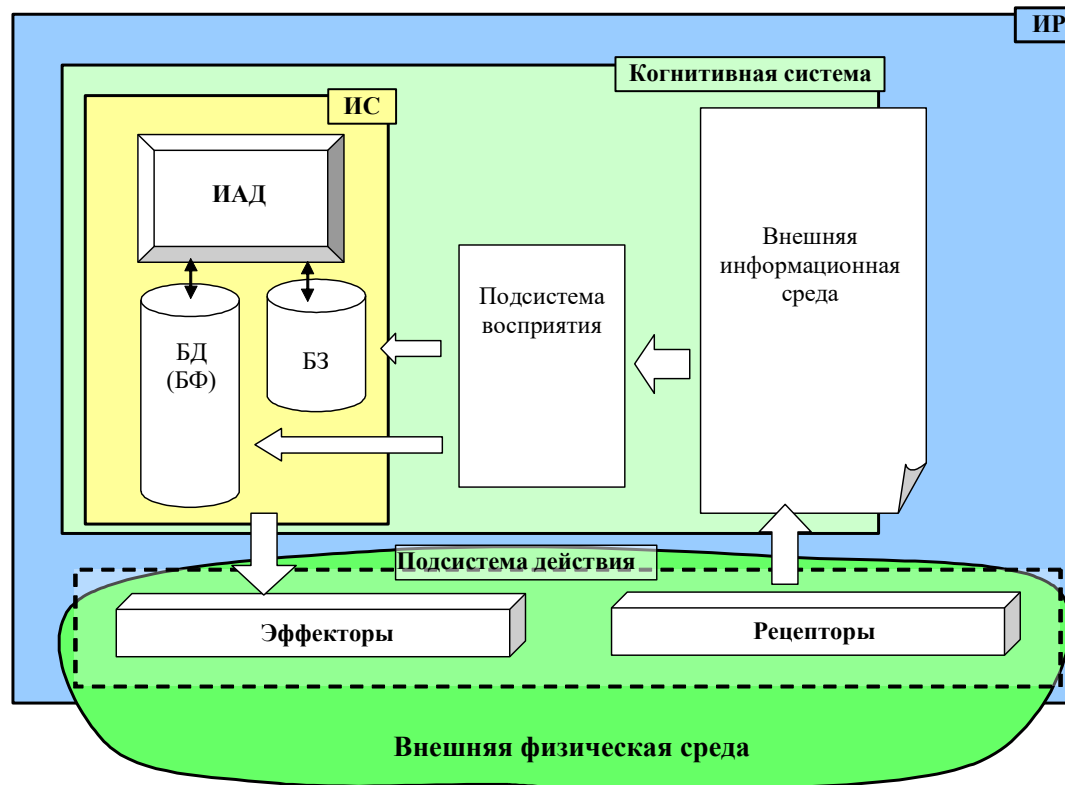
Аналоги:

- робот, успешно решающий интеллектуальную задачу, требующую сложной сенсорной обработки, неформализованных вычислений, требующую реализации сложного поведения.
- робот, решающий задачу, которая *СЧИТАЕТСЯ* интеллектуальной.
- робот, который с точки зрения людей реализует адекватное поведение в человеческой среде и обстановке.

# Структурные определения

ИР - это когнитивная система, обладающая возможностью действия после принятия решения. КС - это ИС с подсистемой получения информации посредством мониторинга окружающей среды, т.е. устройства восприятия (В.К.Финн)

**ИР = ИС + подсистема восприятия + подсистема действия**

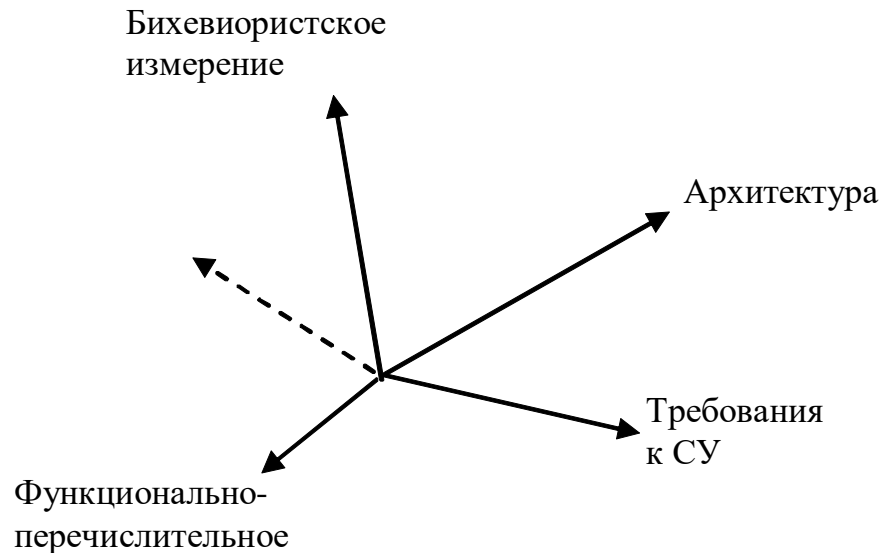


# МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИР

- 2002 г., Коломна, КИИ-2002. Рабочая группа по унификации программных интерфейсов интеллектуальных модулей (РГУПИИМ)

# Многомерное определение

- **Замечание 1.** Основная цель любого определения, как и любой классификации, - дать возможность различать между собой объекты, соотнося их к тому или иному классу.
- ИР следует рассматривать как некий **многомерный** объект, с разных точек зрения, с позиций разных координатных осей.





# Оси

## 1. Функционально-перечислительная ось

- наличие развитой сенсорной системы, устройства обработки полученной информации ...;
- наличие понятий потребностей (энергетических, информационных и т.д.), удовлетворение ...;
- наличие динамической модели внешнего мира или внутренней среды...;
- наличие иерархии уровней управления – стратегического, тактического и исполнительного;
- наличие когнитивной компоненты ....

## 2. Ось «Требования к СУ интеллектуального робота»

(специфика интеллектуальной СУ робота):

- получение максимально быстрого, пусть и неточного, решения;
- функционирование в условиях неполноты, неточности и, зачастую, противоречивости ...;
- неточность выполнения действий.

## 3. Бихевиористское измерение

- способность решать задачи, сформулированные в общем виде;
- внешняя «разумность», «осмысленность» и т.п. поведения;
- наличие некоторых признаков человеческого поведения в действиях ИР...

## 4. Архитектурное измерение

- распределенность архитектуры системы как минимум на функциональном уровне (модульность);
- нарушение принципов строгой иерархичности управления;
- вторичность интеллектуальных функций робота по сравнению с базовым набором рефлекторных функций....

# Специфика ИР

ИР - техническое устройство, способное самостоятельно и целенаправленно функционировать в условиях **реальной физической среды** и **адекватно** реагирующее на происходящие в среде изменения.

## Очевидная специфика интеллектуальной СУ робота:

- получение максимально быстрого, пусть и неточного, решения;
- функционирование в условиях неполноты, неточности и противоречивости входной (рецепторной) информации;
- неточность выполнения действий.

Особенность ИР - *вторичность высокоуровневой системы управления.*

Основное свойство ИР, как технического устройства, - способность к *самосохранению* (инстинкт самосохранения). Речь идет о наличии базовых рефлексов

=> ИР должен обладать способностью «разумного» поведения прежде всего на базовом, рефлекторном уровне. Это не только реализация **базовых рефлексов**, но и способность к анализу состояния вторичных рецепторов, позволяющий роботу распознавать **опасные ситуации** (интеллектуальный анализ данных).

ИР должен обладать способностью функционирования и без высокоуровневого контура управления.

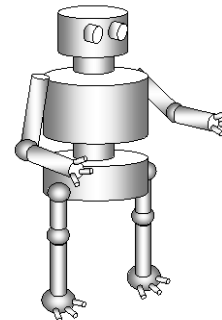
# Антропоморфность

Зачем нужна **антропоморфность** (человекоподобность) роботов?

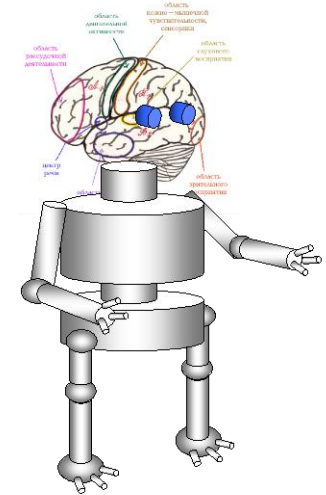
1. Роботы, как устройства, выполняющие некую присущую человеку работу функционируют в **человеческой среде обитания**. Роботы должны уметь вписываться в габариты человеческого жилища, пользоваться человеческим окружением (двери, лестницы, выключатели и т.п.). Это подразумевает как минимум необходимость выдерживания массогабаритных характеристик робота.
2. Решая «человеческие» задачи, обладая **естественным**, человеческим интерфейсом общения, робот не может не иметь своего рода «**человеческих черт**», (внешний вид, эмоциональная подстройка, мышление).

**Факторы, определяющие необходимость антропоморфности робота:**

- человеческая среда обитания;
- естественность интерфейса.

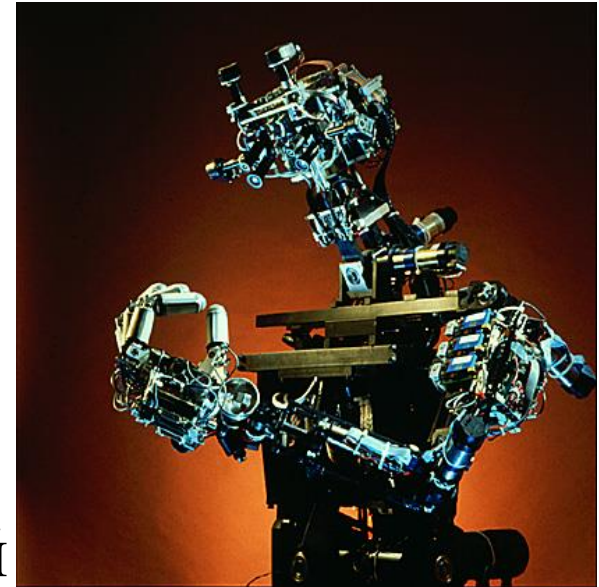


- 1. Определения
- **2. Интеллектуальные СУ**
- 3. Имитация физиологии
- 4. Имитация эмоций и психических функций
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы



# Архитектура интеллектуальных роботов

- Исполнительные органы
- Датчики
- Система управления
- Модель мира
- Система распознавания
- Система планирования действий
- Система выполнения действий
- Система управления целями



# Технологии ИИ для роботов

## система управления

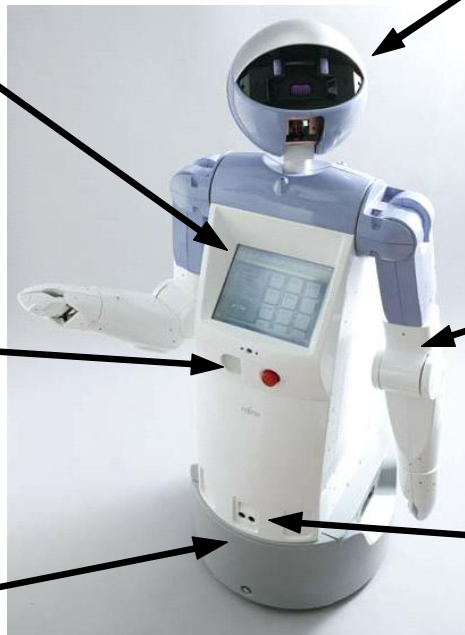
модель мира,  
принятие решений,  
целеполагание и  
планирование

## общение

распознавание и  
генерация речи

## ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

нечеткая логика



техническое зрение,  
распознавание  
изображений  
(нейронные сети)

## манипулятор

нечеткая логика,  
нейронные сети

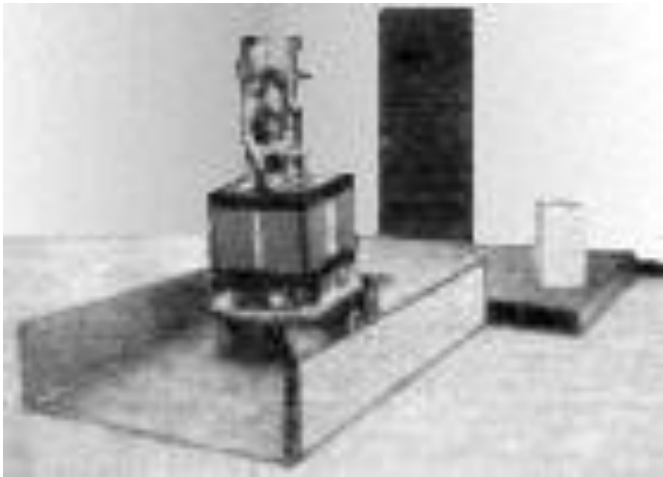
## очувствление

датчики  
препятствия

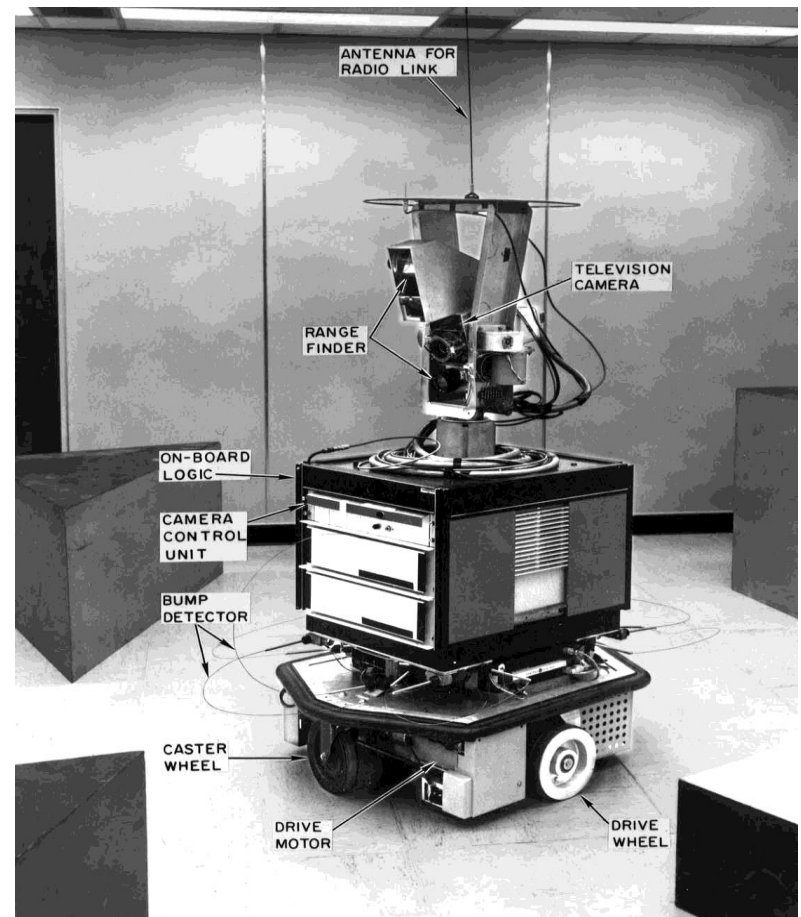
# Стэнфордские роботы. Робот Шейки

1969 г. Стэнфордский (SRI) интегральный робот Шейки (Shakey).

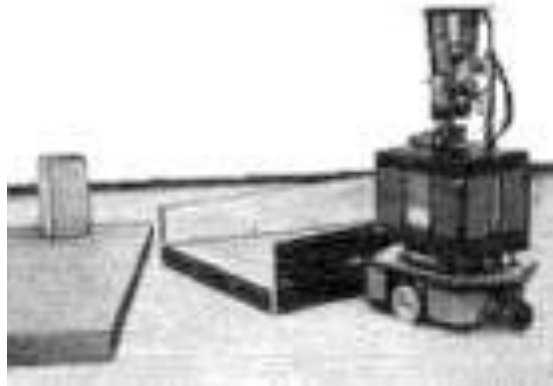
- Бортовая ЭВМ SDS-940, телекамера, дальномер и датчики столкновения
- Радиоканал со стационарными ЭВМ PDP-10 и PDP-15.
- Скорость перемещения - 2 метра в час.



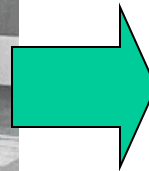
В роли модуля планирования для робота – система STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver), 1971, Р.Файкс и Н.Нильсон.



# Шейки



- Задачи распознавания и ориентации
- Модель мира
- Телеуправление



**«Большая» УЭВМ  
и «маленький»  
робот**



# Робот STAIR

**STAIR: STanford Artificial Intelligence Robot**

Artificial Intelligence Laboratory, Computer Science Department, Stanford University

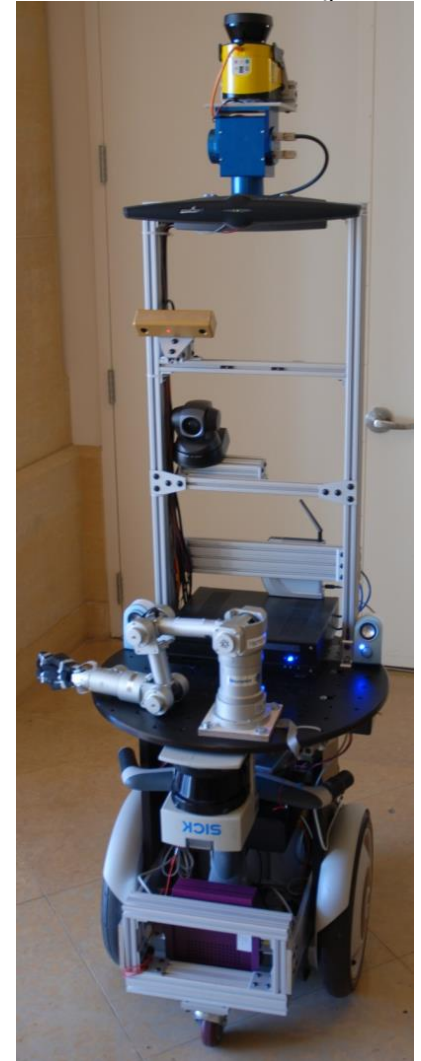


STAIR - это робот, способный ориентироваться в **домашнем и офисном окружении**, взаимодействовать с предметами и инструментами, общаться и помогать людям в этой окружающей среде.

Предполагается, что единая платформа объединит методы из всех областей ИИ, включая машинное обучение, зрение, навигацию, манипуляцию, планирование, рассуждение и речевое общение на естественном языке.

Проект должен стать основой исследований в области создания интегральных систем ИИ.

Интеллектуальные роботы



# STAIR. Декларации

Должен быть создан робот, способный решать такие задачи, как:

- Принесение или расстановка предметов внутри дома или офиса.
- Уборка комнат, включая выбрасывание мусора и использование посудомоечной машины.
- Приготовление пищи в обычной кухне.
- Использование инструментов для сборки книжной полке.
- ...

*«Робот, способный решать эти задачи, произведет революцию в домашней и офисной автоматизации и будет иметь важные применения – от домашнего помощника до работ по уходу за пожилыми людьми.»*

Проект затрагивает такие области, как:

интегральное обучение, манипуляционные функции, восприятие (перцепции), речевое общение, рассуждения.

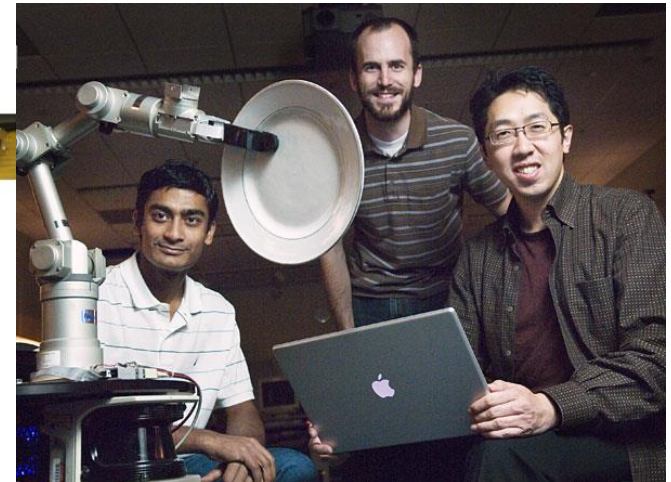
# STAIR. Внутреннее устройство

Направления исследований (по публикациям)

- Высокоточное 3D-восприятие для манипуляционных функций (определение местоположения и обнаружение предметов, открывание дверей)
- Ориентация трехмерных объектов по изображениям
- Захват на основе ближних оптических сенсоров
- Обучение стратегиям захвата на основе частичной информации о форме
- Сбор данных и процедуры распознавания объектов (по имеющейся БД изображений – реальных и «синтетических»)
- Захват предметов на основе зрения
- Вероятностные манипуляционные методы в динамических средах (применительно к открыванию дверей)
- Оценка глубины с использованием монокулярного и стерео- зрения



- БД изображений
- Дальномеры и лазерные сканеры
- 3-D-зрение
- Карта помещений



# STAIR. Демонстрации

[STAIR-Dishwasher.wmv](#)

[STAIR-DoorOpening.wmv](#)

[STAIR-Elevator.wmv](#)

[STAIR-Grasp.wmv](#)

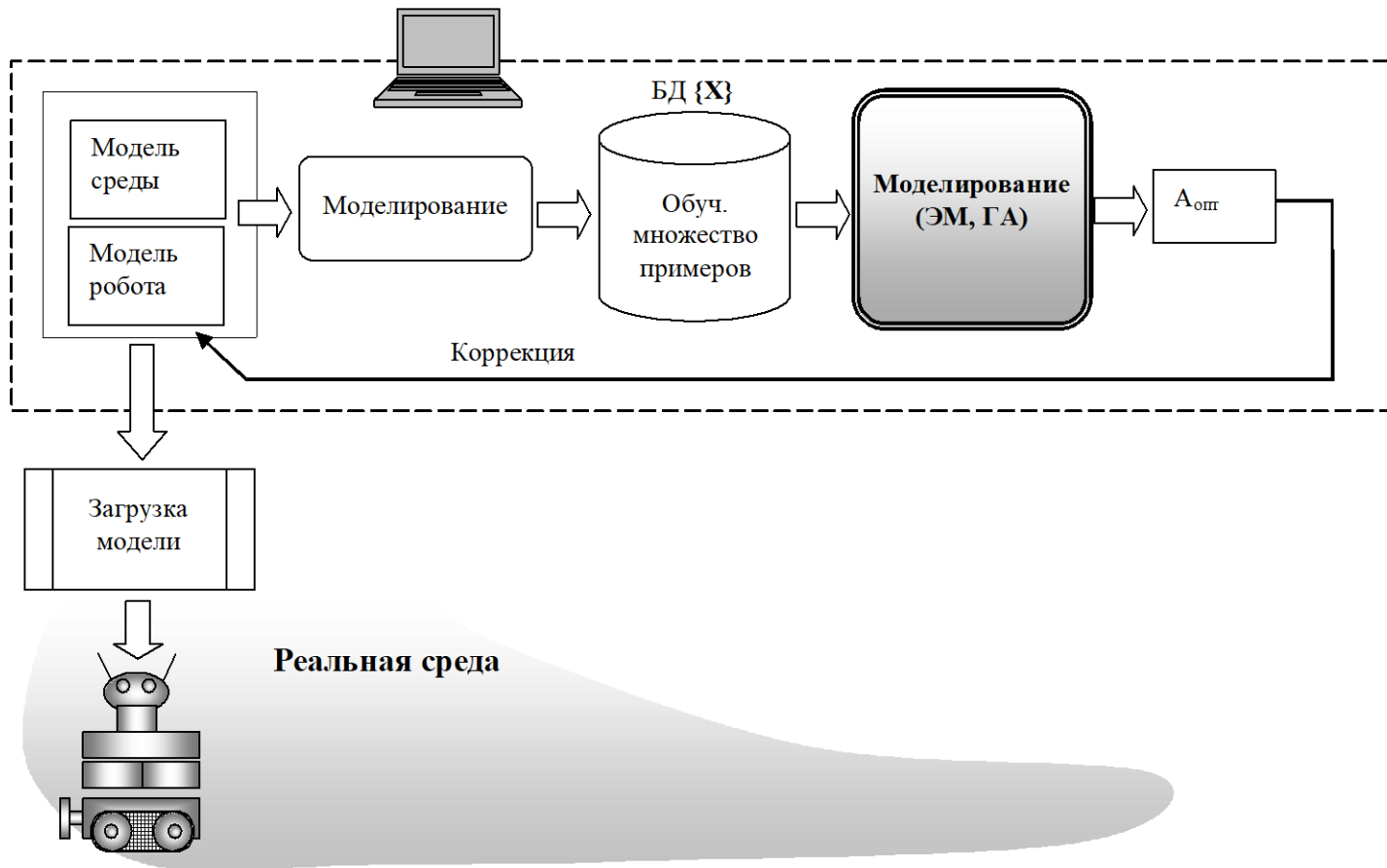
[STAIR-ManipulGraspingNovelObjects.mp4](#)

[STAIR-Stapler.wmv](#)

[STAIR-Line-scanning.mp4](#)

# Эволюционные методы

Общая схема применения эволюционных методов (в т.ч. – ГА и явное ЭМ) при создании интеллектуальных СУ:



# Интегральные системы. Автономные роботы



**Автономный транспортный робот ТАИР (1972)**

Институт Кибернетики АН УССР  
Акад. Н.М. Амосов. М-сети

**Автономный робот МАВР (1984),  
МО СССР**

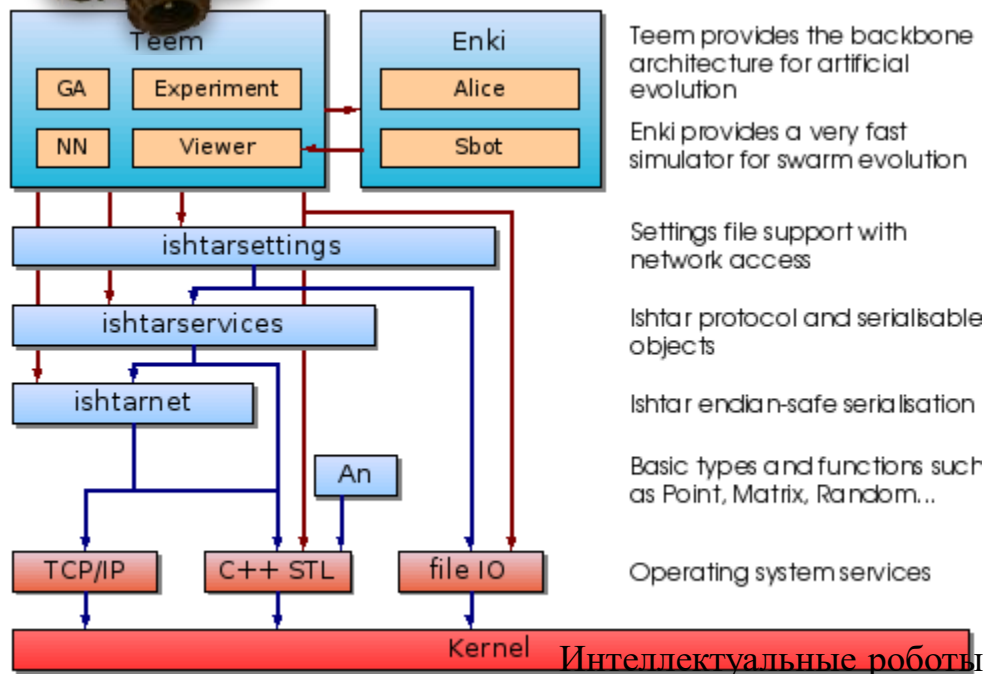


# Генетические алгоритмы

Laboratory of Intelligent Systems (Политехническая школа, Лозанна, Швейцария). Группа из 10 роботов. Состязания за пищу.



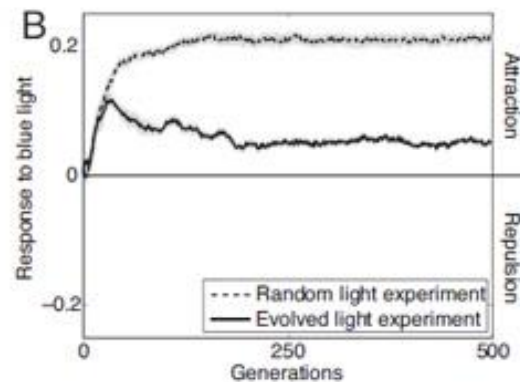
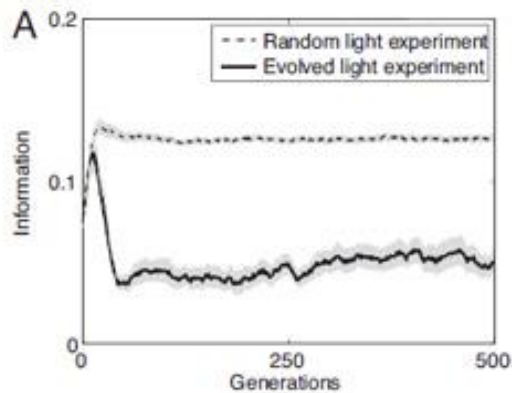
s-бот: 12x15 см.; процессор Xscale 400 MHz, 64 MB ОЗУ, 32 MB флеш, 12 PIC микроконтроллеров для низкоуровневой обработки.



Искусственная эволюция проходила в симулирующей среде [Enki](#), где моделировались роботы. Затем был использован эволюционный фреймворк роботов [Teem](#) для эволюции лучших контроллеров, которые затем переносились на реальные роботы.

# Задача

- Задача - поиск «источника пищи» (светящееся кольцо)
- На другом конце арены - более темное кольцо ( «отравленное»)
- Роботы: ИНС. 11 сенсорных нейронов и 3 мотонейрона (колеса и свет). Нейроны соединены с помощью 33 синапсов, и мощность сигналов каждого синапса контролировалась одним восьмибитным геном. Т.о., каждый робот имеет **264-битный геном**, который контролирует, как он будет реагировать на информацию, поступающую с сенсоров.

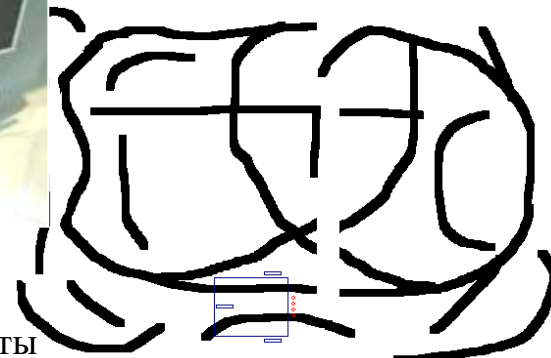
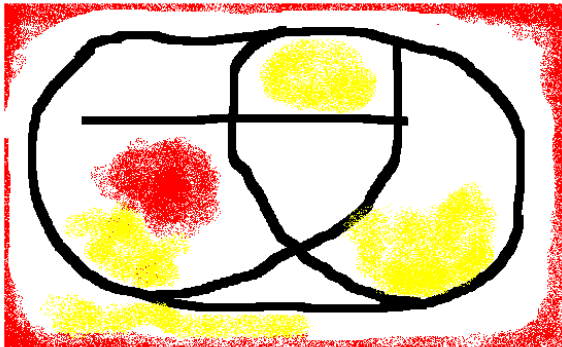
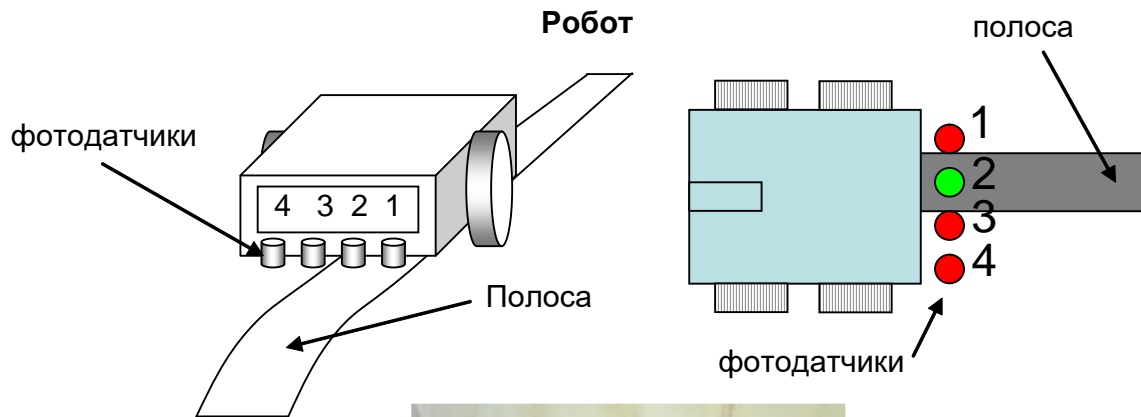


[Видео](#)



# Эволюционное моделирование

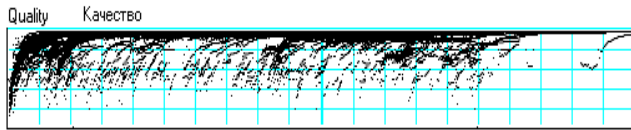
Задача обучения движению робота по полосе



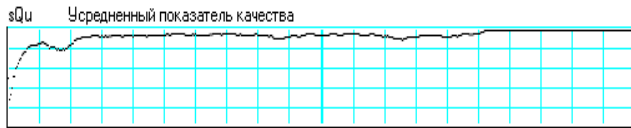
Интеллектуальные роботы

# Эволюция управляющего автомата

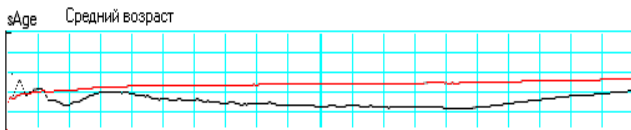
- Обучение с учителем
- Обучение без учителя



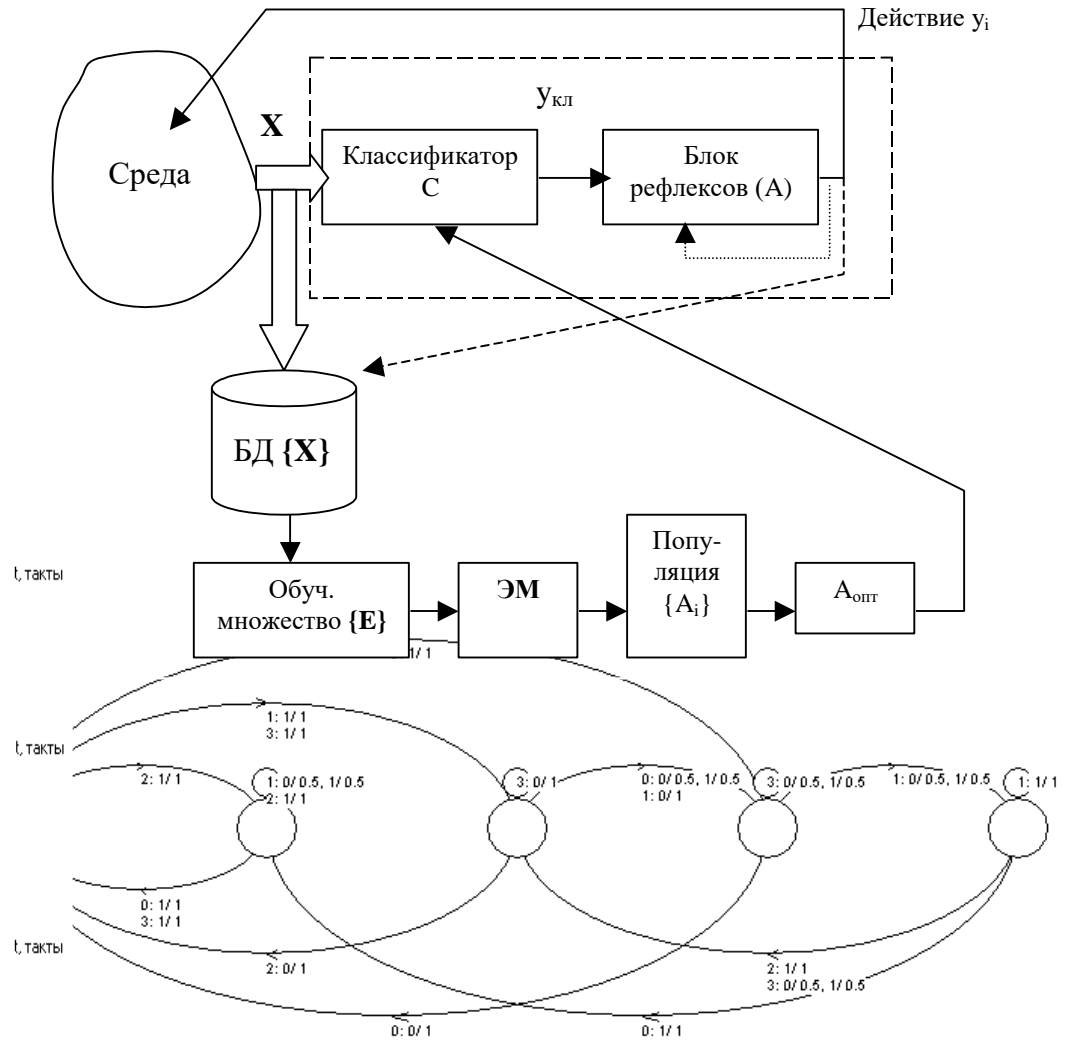
а)



б)



в)



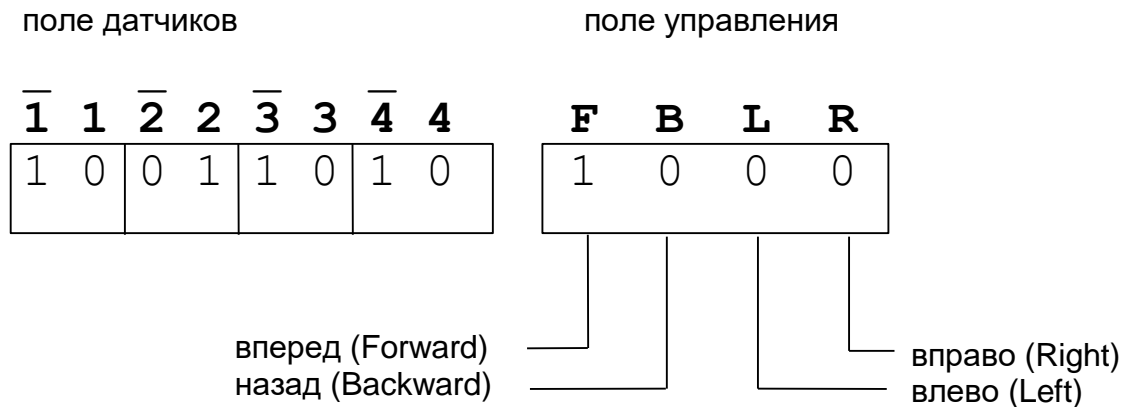
Интеллектуальные роботы

# Динамический ДСМ

- Динамический ДСМ позволяет работать в открытой среде с неизвестным заранее количеством примеров и автоматической классификацией примеров с помощью оценочной функции.
- Множество обучающих примеров – это множество пар вида

$$E = \{e_i\} = \{(X_i, u_i)\},$$

где  $X_i$  - вектор сигналов рецепторов,  $u_i$  – вектор управления (состояние исполнительных механизмов).



# Динамический ДСМ

Гипотезы - множества пар вида:

$$G=\{g_i\} = \{\{x_i, y_i\}\},$$

где  $x_i$  – часть вектора сигналов рецепторов,  $y_i$  – требуемый вектор управления.

Например, для движения по полосе можно задать следующую оценочную функцию

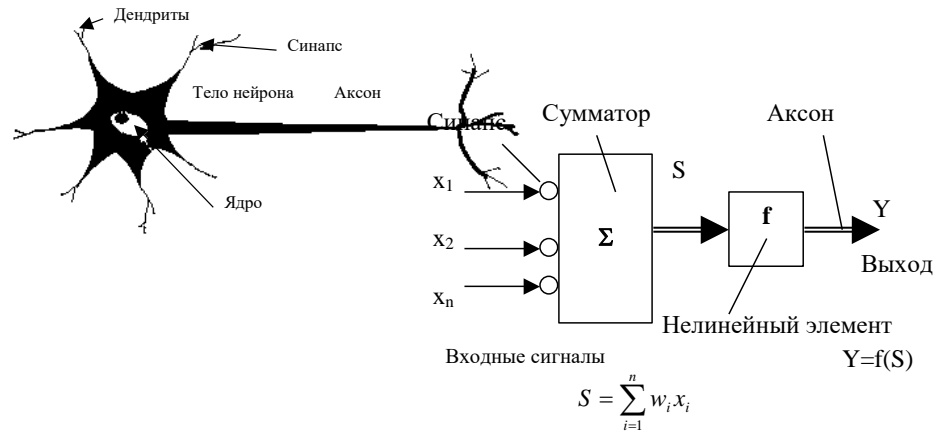
$$F = (\text{Photo1}=\text{ON}) \text{ AND } ((\text{MotorLeft}=\text{ON}) \text{ OR } (\text{MotorRight}=\text{ON}))$$

В результате пересечения обучающих примеров были получены три минимальные гипотезы (работают датчики 2 и 3).

№	—	1	—	2	—	3	—	4	F	B	L	R
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

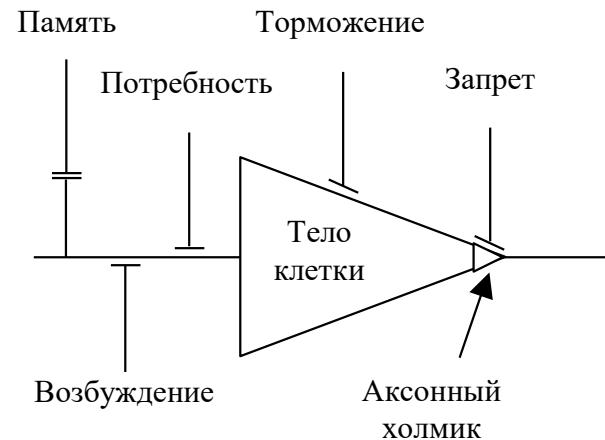
# Искусственные нейронные сети

- 1943 г., У.Мак-Каллок и У.Питсом, формальная модель нейрона



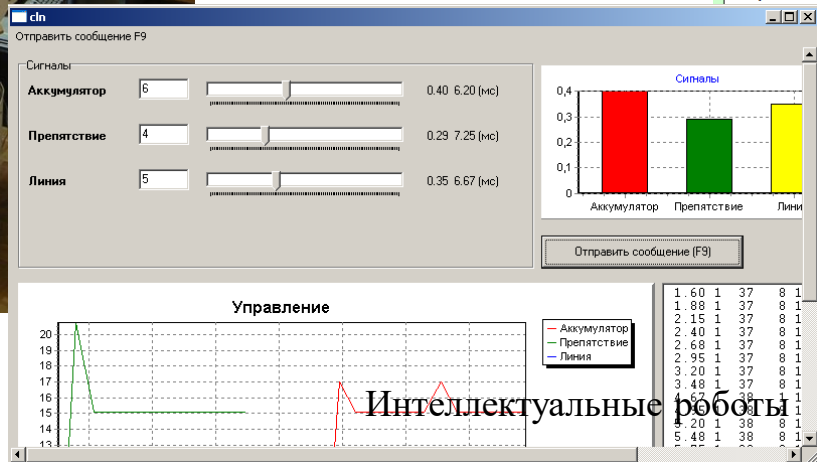
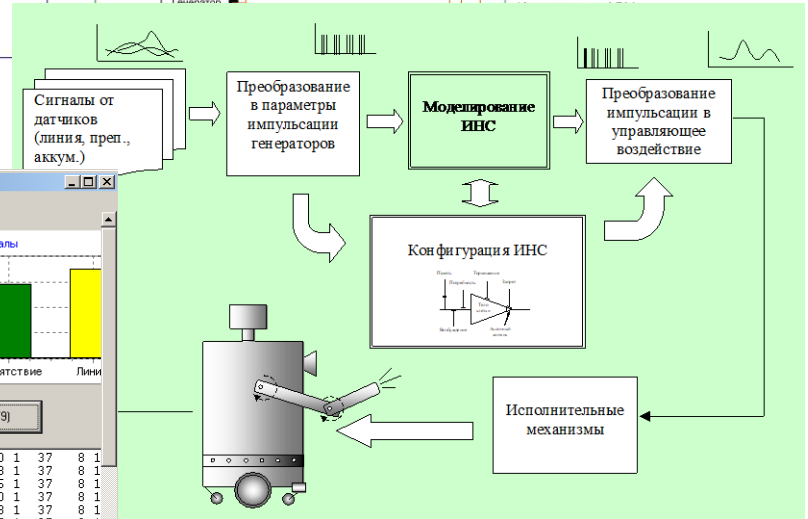
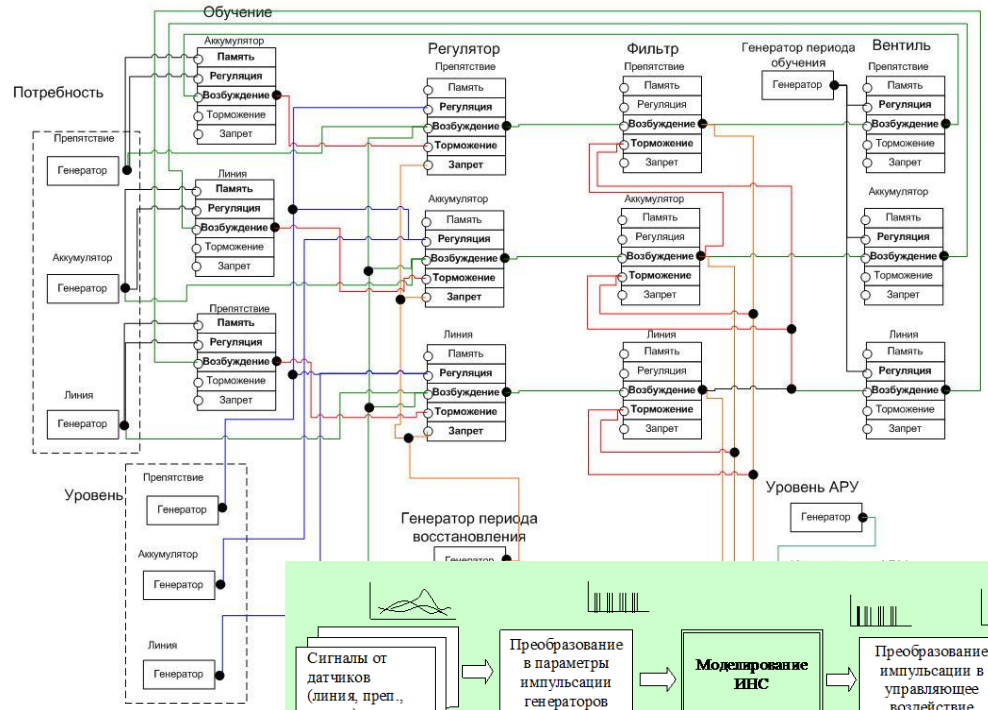
- Индустрия ИНС
- Спинной мозг и решение интеллектуальных задач

- Большой пирамидный нейрон (интеллектуальный нейрон), В.Б. Вальцев



# Интеллектуальный нейрон. Брейнпьютер

- Задача планирования поведения робота



Интеллектуальные роботы

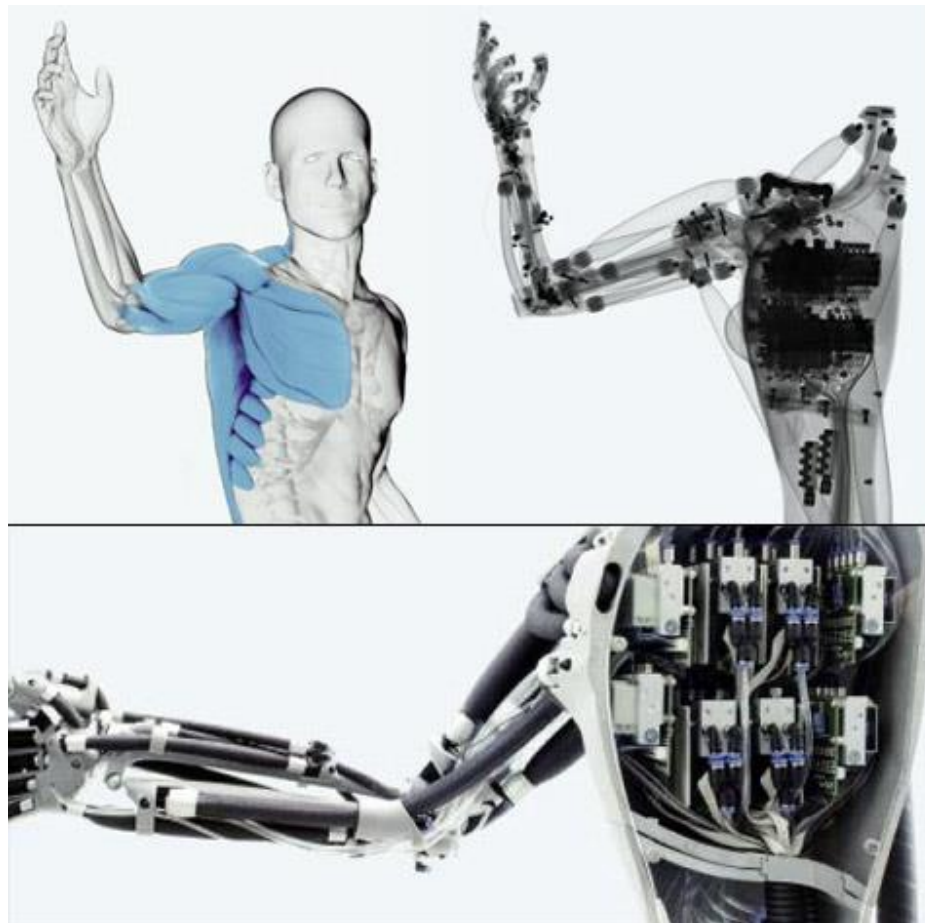
- 1. Определения
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- 4. Имитация эмоций и психических функций
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы

# Имитация

- Физиология
- Эмоции
- Движение

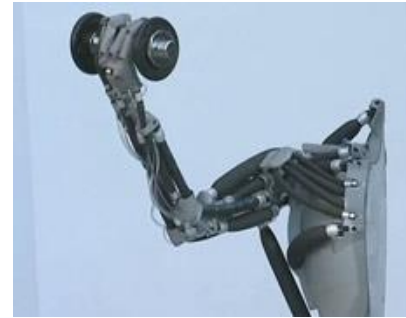
Антропоморфность:

- ИР как физический объект в человеческой среде
- ИР как участник общения

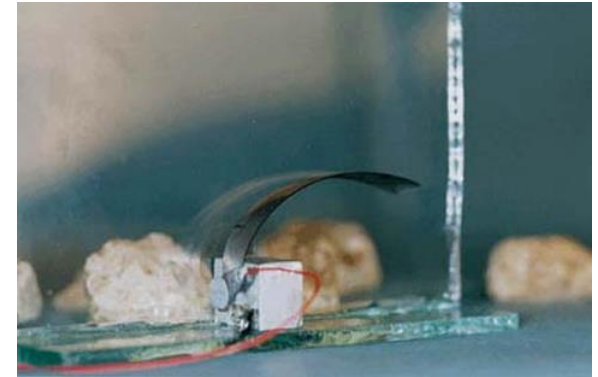




# Физиология. Мышцы

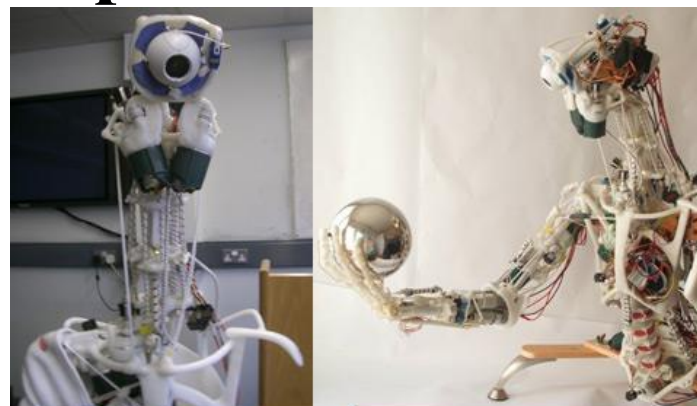


Festo, Германия



- Пневмоавтоматика
- Электропривод
- Твердотельные мышцы

# Имитация анатомического строения человека



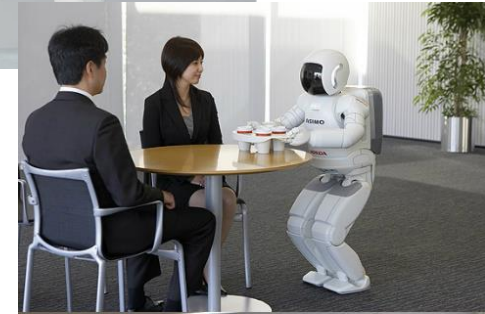
- ECCERobot (Embodied Cognition in a Compliantly Engineered Robot). Имитация скелета и мышечных тканей. Европейский проект.

# Двигательные функции. Шагающие роботы

Asimo, Honda, 2000 – н.в.

## last-gen ASIMO - 2014

- Масса - 50 кг
- Высота - 130 см.
- Ширина - 45 см.
- Скорость ходьбы - 2.7 км/ч
- Скорость бега - 7 км/ч (отрыв от земли)
- Отрыв от земли
- Батареи - 50 В
- Время работы - 1 ч.
- Степеней свободы - 57



# Runbot

Робот **Runbot**, Геттингенский университет  
В роботе воспроизведен механизм ходьбы человека и животных, как его описал в 1930-е годы физиолог Николай Бернштейн.

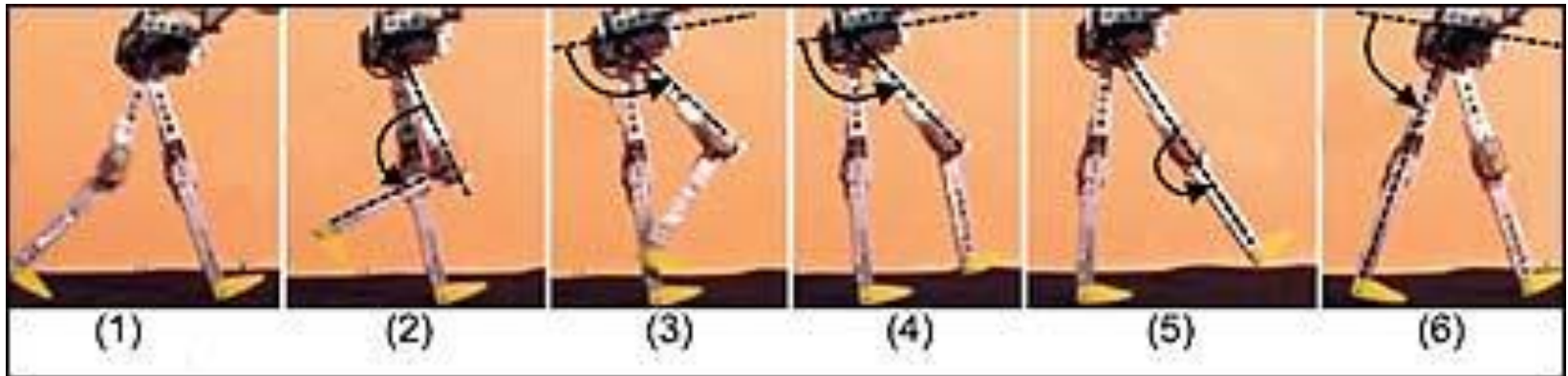
- Головной мозг включается в процесс регулирования ходьбы, только когда заданные параметры, такие как рельеф или наклон поверхности, меняются. Остальное время движением управляют **локальные нервные цепочки**.

В Runbot базовые шаги контролируются за счет данных, передаваемых сенсорами на суставах и ступнях машины.

Локальные контрольные устройства не допускают чрезмерного напряжения суставов и выдают команды на начало каждого следующего шага.

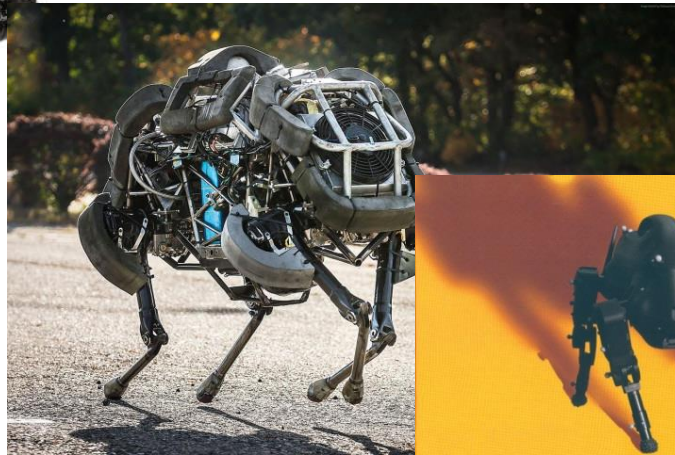
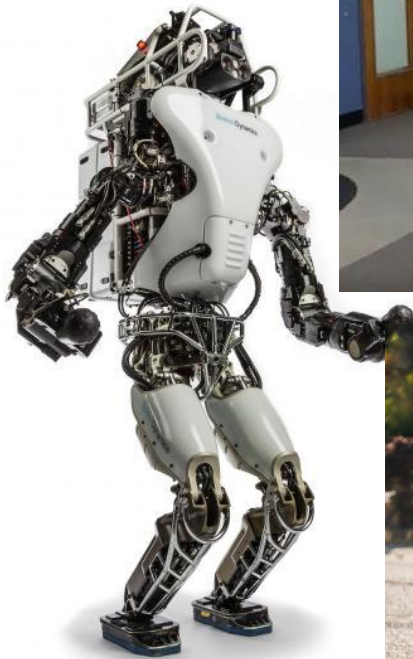


# Runbot. Естественность движений



- **1-3:** Робот приподнимается на опорной ноге, и мотор заносит вторую ногу вперед в согнутом положении.
- **4:** Сенсор растяжения ноги активируется. Коленный сустав распрямляется.
- **5-6:** Робот естественным образом заваливается вперед (при этом моторные функции не задействуются) и становится на ногу, которая будет опорной при следующем шаге.
- **6:** Когда нога касается земли, сенсор контакта с землей включает коленный сустав второй ноги. Ноги меняются ролями

# Boston Dynamics, Atlas



<https://www.youtube.com/watch?v=rVlhMGQgDkY>

- 1. Определения
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- **4. Имитация эмоций и психических функций**
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы

# Имитация эмоций и психических процессов

- Основная задача исследований в этом направлении - создание эффективного человеко-машинного **интерфейса**, удобной, **комфортной** среды общения. Речь пока идет именно о **внешней** имитации эмоций и некоторых психических процессов.



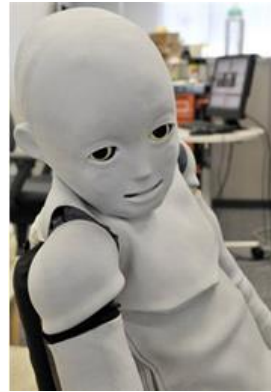


# Внешнее «очеловечение»

**Проект CB2** (Япония, Osaka University).

Вес - 33 кг., высота - 1,3 м. 51 пневматическим привод, микрофоны, видеокамеры, 200 тактильных датчиков.

-----

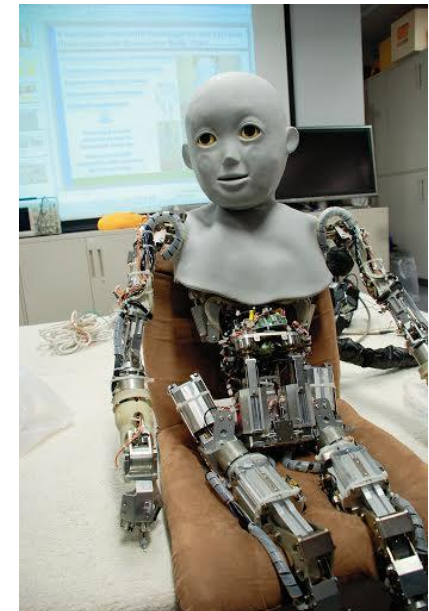
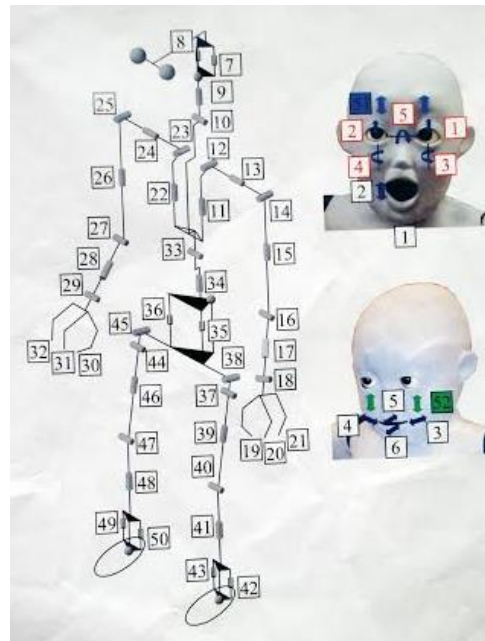


**Проект Nexi** (Массачусетский технологический институт, США)

-----

**Задачи:**

- Комфортный интерфейс
- Задачи обучения



# Hiroshi Ishiguro



- Geminoid - Tele-operated Android of an Existent Person - Hiroshi ISHIGURO
- 1) ATR Intelligent Robotics and Communications Laboratories 2) Department of Adaptive Machine Systems, Osaka University E-mail: ishiguro @ams.eng.osaka-u.ac.jp
- <http://www.geminoid.jp/>

# Индустрия «эмоциональных» роботов

- Персональный робот
- «Социальная» робототехника



Проявление эмоций  
Распознавание цвета



Интеллектуальные роботы



# Имитация психических процессов

## Проект JAST (Joint-Action Science and Technology).

- Трансъевропейский проект.
- Цель – создание комфортного психологического интерфейса
- Отработка путей организации работы тандемов человек-робот



Мысленное копирование действий партнера помогает человеку осознать их и выявить возможные ошибки. Это свойство психики симитировано в нейронных цепях робота (специалисты JAST называют это также «резонансной обработкой»).

# Копирование действий партнера

- Робот фиксирует поведение партнера, сверяет его с картой задач и быстро учится предвидеть действия партнёра и отмечать ошибки, когда человек не следует ожидаемым процедурам.



- **1. Определения**
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- **4. Имитация эмоций и психических функций**
- **5. Интегральный подход**
- 6. Нерешенные задачи и перспективы

# Интегральный подход. Модель Бернштейна

2 тезиса:

- Интеллект не существует абстрактно, без «тела»
- *«В процессе эволюции соматической системы определяющим звеном являются всё же эффекторные функции. Судьбу индивидуума решают его действия. Рецепторика здесь представляет собой уже подсобную функцию. <...> Нигде в филогенезе созерцание мира не фигурирует как самоцель. Они <рецепторы> процессуально обеспечивают полноценную координированную работу эффекторов» (Н.А. Бернштейн)*

# Построение движений

Для построения движений различной сложности «команды» отдаются на **иерархически различных уровнях** нервной системы. При **автоматизации** движений эта функция передается на более **низкий уровень**.

- Уровень А - уровень тонуса (палеокинетических регуляций). Расположен в спинном мозге. Тонус мышц.
- Уровень В - уровень мышечно-суставных увязок (синергий и штампов). Обеспечивает способность вести высокослаженные движения всего тела, вовлекающие в согласованную работу многие десятки мышц.
- Уровень С - уровень пространства. Обеспечивает целевые перемещения в пространстве, сложные и раздражательные движения.
- Уровень D - уровень действий. Обеспечивает выполнение действий - целых цепочек последовательных движений, которые все вместе решают ту или другую двигательную задачу. Для уровня D характерно доминирование левого полушария.
- Группа Е - уровни, лежащие выше уровня D. Обеспечивает символические действия (речь и письмо); двигательные цепи, объединенные не предметом, а отвлеченным заданием; предметные действия, для которых предмет является не непосредственным объектом, а средством для воспроизведения в нем или с его помощью абстрагированных, не предметных соотношений.



# Схема познавательных процессов Бернштейна-Величковского

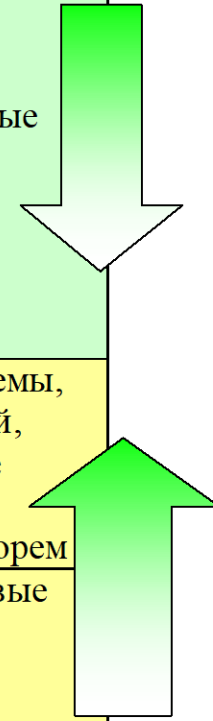
- А и В. Стабилизация состояния организма субъекта (минимизация дискомфортных состояний) и формирование первичных систем отсчета и семантических контекстов;
- С. Объединяет познавательные процессы, связанные с регуляцией перемещений организма как целого;
- D. Ответственен за ориентацию в ближайшем окружении и включает схематическую организацию знаний и семантические контексты действий, часть из которых врожденная, а значительная часть приобретена жизненным опытом и специальным обучением;
- E. Обеспечивает сохранение значительной части удерживаемой семантической памятью сведений невербального и вербального характера, включает структуры вербальных семантических описаний и произвольной их актуализации, например, при оценке уровня детализации представления знаний и интеллектуальной компетентности;
- F. Уровень обеспечения интеллектуальной активности посредством метапроцедур для образных компонентов концептуальных структур (представление, вращение, трансформация), вербальных (воспроизведение, описание, метафоризация) и универсальных (понимание, рекурсия, аналогия).

# Некоторые теоретические выводы

- Мыслительные процессы всегда происходят на фоне более глобальных эмоциональных состояний («Любой дискомфорт на уровне А может либо повысить интенсивность мыслительной деятельности человека, либо заставить переключиться на размышления о другой проблеме, например, связанной с собственным здоровьем»).
  - Обучение начинается на верхнем уровне. Результат обучения переходит на уровень рефлекторных реакций.
  - Генерация новых знаний, различных вербальных пространств всегда ограничена уровнем знаний нижележащего уровня
- «Разум есть сложный инстинкт, не успевший еще сформироваться» (А. и Б. Стругацкие, Пикник на обочине)

# Робототехника и ИИ

<b>А. Палеокинетических регуляций</b>	Регуляция тонуса и простейших защитных реакций	Роботы  Интеллектуальные роботы
<b>В. Синергий</b>	Регуляция перемещения организма как целого	
<b>С<sub>1,2</sub>. Пространственного поля</b>	Ориентация в ближайшем окружении	
<b>Д. Действий</b>	Регуляция предметных действий	Экспертные системы, системы знаний, ситуационное управление, доказательство теорем
<b>Е<sub>1,2</sub>. Концептуальных структур</b>	Фиксация и дополнение концептуальной модели мира	Некоторые игровые программы
<b>Ф<sub>1,2</sub>. Метапознавательных координаций</b>	Релятивизация и перестройка концептуальной модели мира	

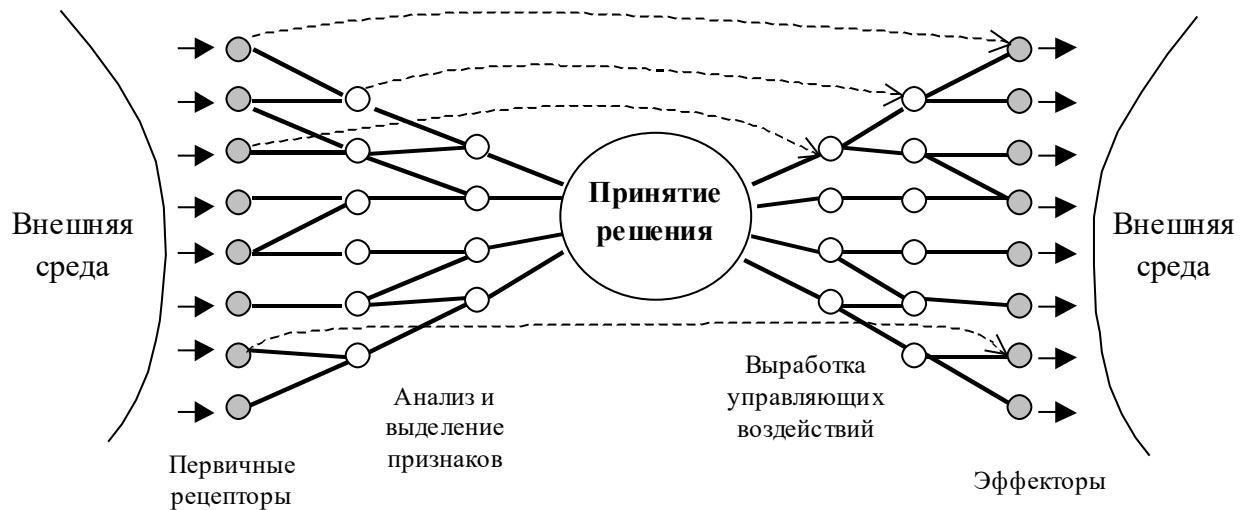


- См. таблицу **Шиклоши**  
Интеллектуальные роботы

# Некоторые практические выводы



- Схема «Организм-среда»



# Центральные моторные программы

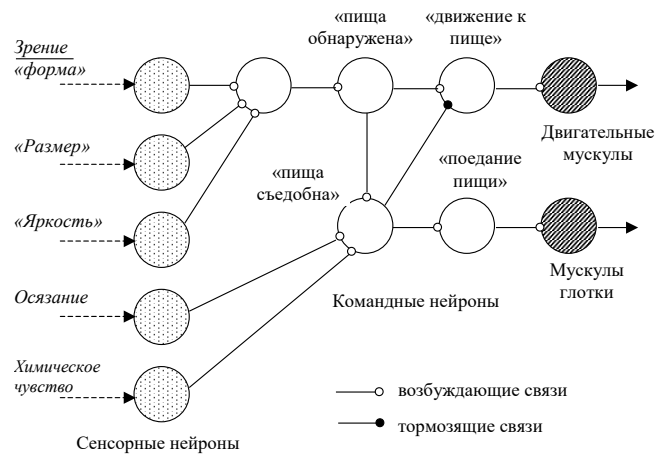
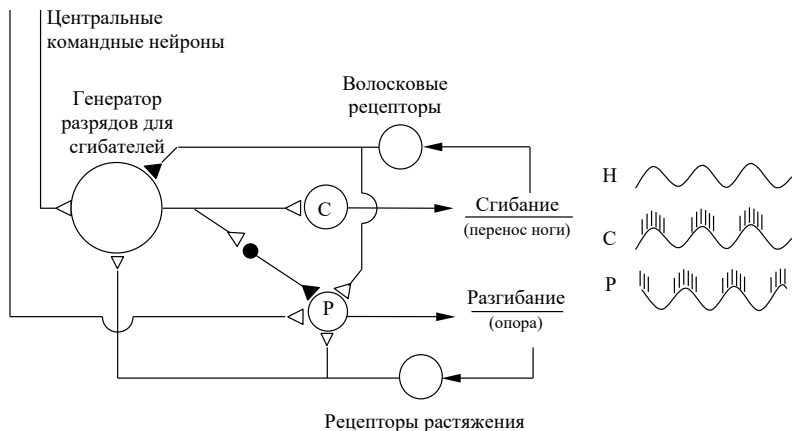
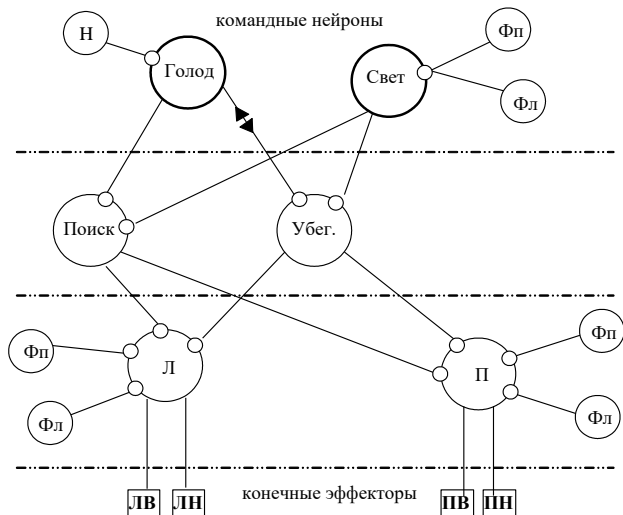
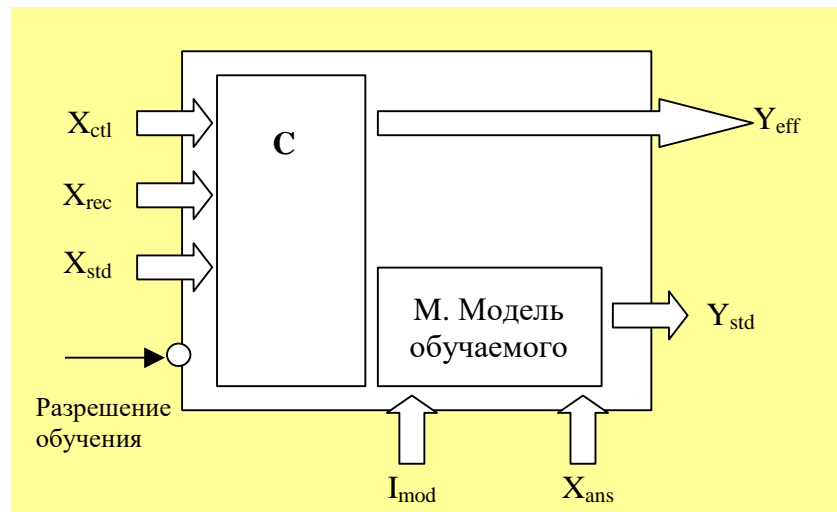


Схема управления пищевым поведением виноградной улитки



Генератор локомоторного ритма у таракана



U-модуль

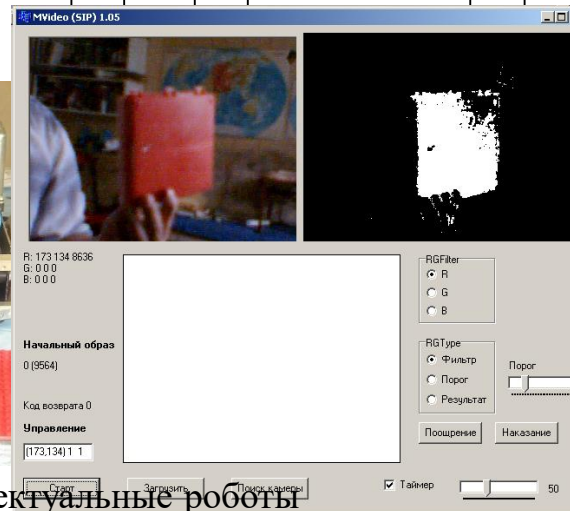
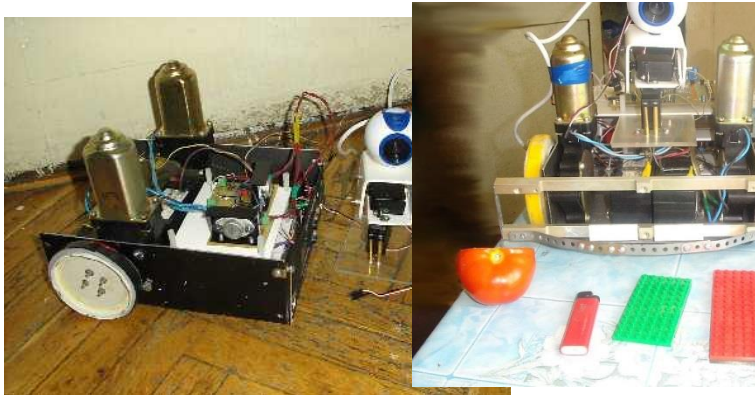
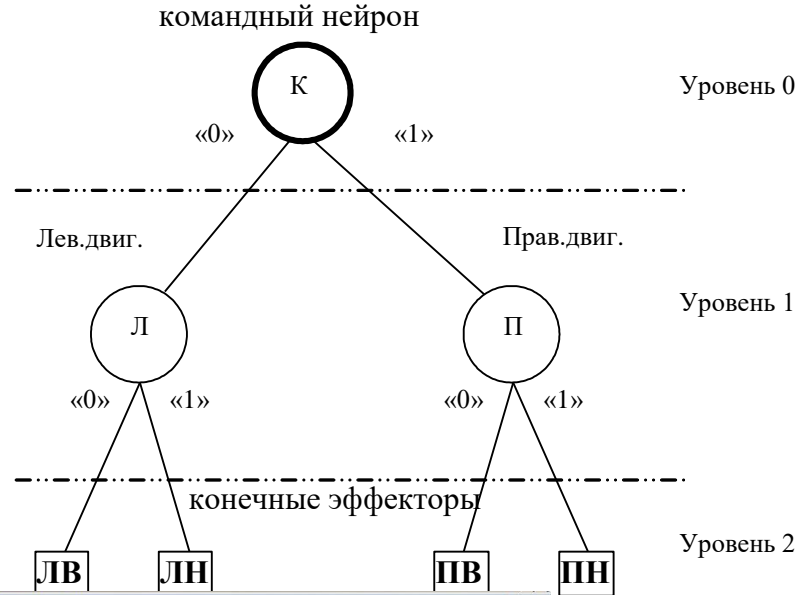
Схема поведения робота («свет-голод») Интеллектуальные роботы

# Проблема обучения ЦМП

## Импринтинг

условия, определяющие целесообразность механизма импринтинга:

- Наличие среды с неизвестными характеристиками (параметрами).
- Наличие у особи встроенной (априорной) программы или модели поведения в критический период функционирования. Эта модель должна быть:
  - параметризованной;
  - адаптивной.



- Обучение сверху-вниз

- Все узлы (U-модули) содержат заданные априори модели поведения (ЦМП),

- **1. Определения**
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- **4. Имитация эмоций и психических функций**
- Часть 5. Интегральный подход
- **6. Нерешенные задачи и перспективы**

# Нерешенные задачи и перспективы

## *Нерешенные задачи*

- **Единая (интегральная) теория построения ИР**
- **Технические проблемы:**
  - Питание
  - Мышцы
  - ОС для роботов
  - Модельные задачи

Поспеловские чтения, 2009 г.

## *Некоторые перспективные направления интеллектуализации роботов*

- **Социальная робототехника.** Развитие моделей коллективного поведения, формирование законов социального поведения роботов.
- **Межмашинное общение.** Создание условий, при которых может возникнуть коммуникативные функции в коллективе роботов.
- **Реализация механизма эмоций** (эмоции, как усилитель мотивации).



# Соревнования IGVC

- Autonomous Challenge. Гонка по извилистой трассе с препятствиями (полностью автономное управление).  
К каждому роботу прицеплен груз.
- Navigation Challenge. Выполнение определенных заданий, связанных с навигацией с помощью системы глобального позиционирования (GPS).  
К каждому роботу прицеплен груз.  
Задача - доставить его в определенные точки, отмеченные на карте.



# Соревнования DARPA Grand Challenge

- Призовой фонд \$2 млн
- 212 км пересеченной местности за 10 часов
- Участие человека не допускается
- Победитель – Stanley из Стенфордского университета, время в пути 6:53



# Футбол роботов

- Международная Федерация FIRA
- Ассоциация RoboCup :  
"Через 50 лет, в 2050 году, команда роботов-футболистов должна выиграть у Чемпиона мира по футболу (команды людей-футболистов)"

