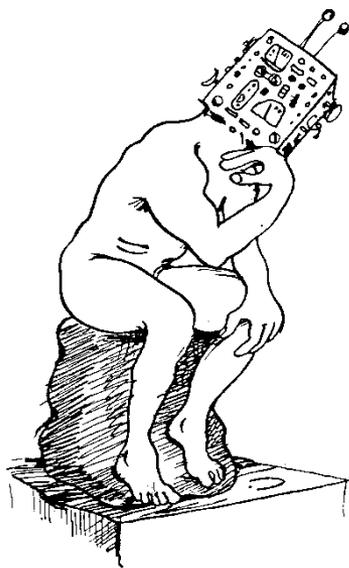


Карпов В.Э.

Введение в интеллектуальную робототехнику



Лекция 1

Основные понятия

Вместо эпиграфа

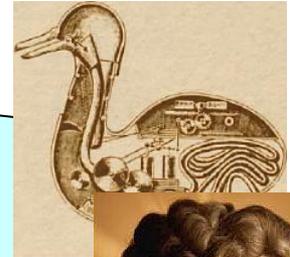
"In from three or eight years we will have a machine with the general intelligence of an average human being. A machine will be able to read Shakespeare, grease a car, play office politics, tell a joke. At that point the machine will begin to educate itself with fantastic speed. In a few months it'll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

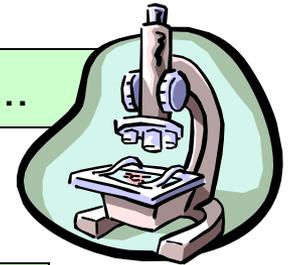
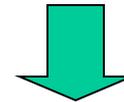
Области мозга, отвечающие за память



ЭВМ



Биология, физиология, ...



«Разумная машина»

Искусственный разум

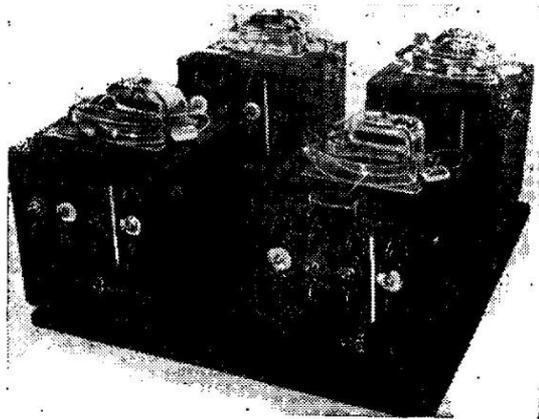
Механизм (датчики, регуляторы, исп. механизмы)

Интеллектуальные роботы

История создания

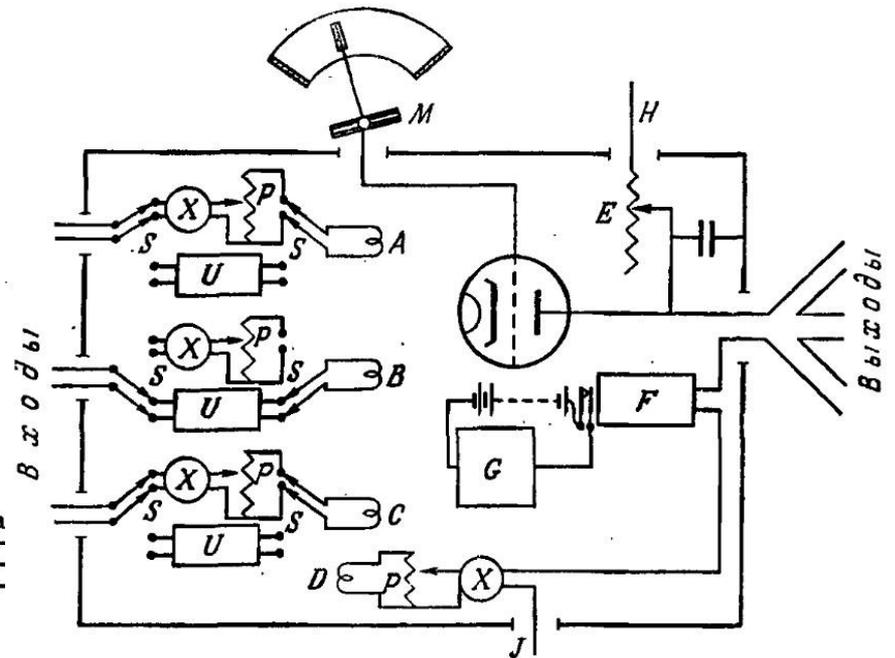
- Гомеостат Эшби (1948)
 - Черепашки Уолтера (1950-1951)
-
- Робот «Шейки», Стенфордский университет (1969)
 - «Промышленный интеллектуальный робот», Электротехническая лаборатория, Япония (1969)
 - Робот «Таир», Киевский институт кибернетики (1972-1975)

Гомеостат Эшби (1948)



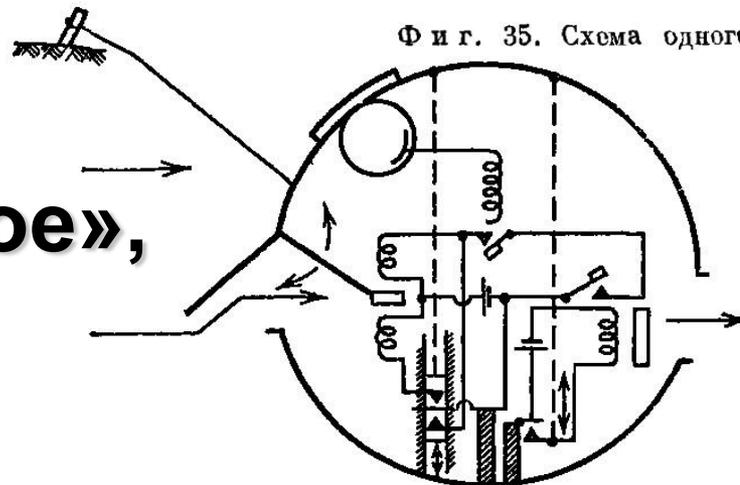
Ф и г. 33. Гомеостат.

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.

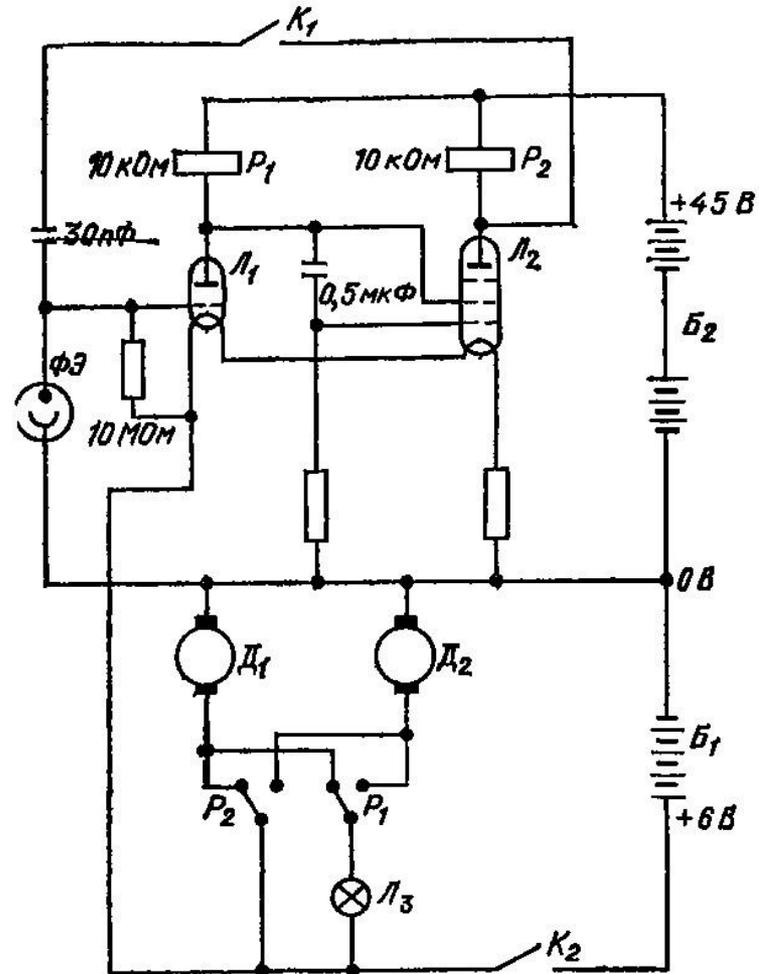
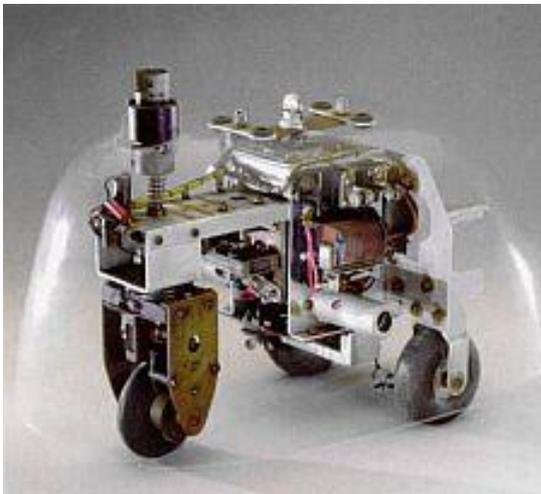


Ф и г. 35. Схема одного блока гомеостата.

**«Одноклеточное»,
Ф. Люкс**

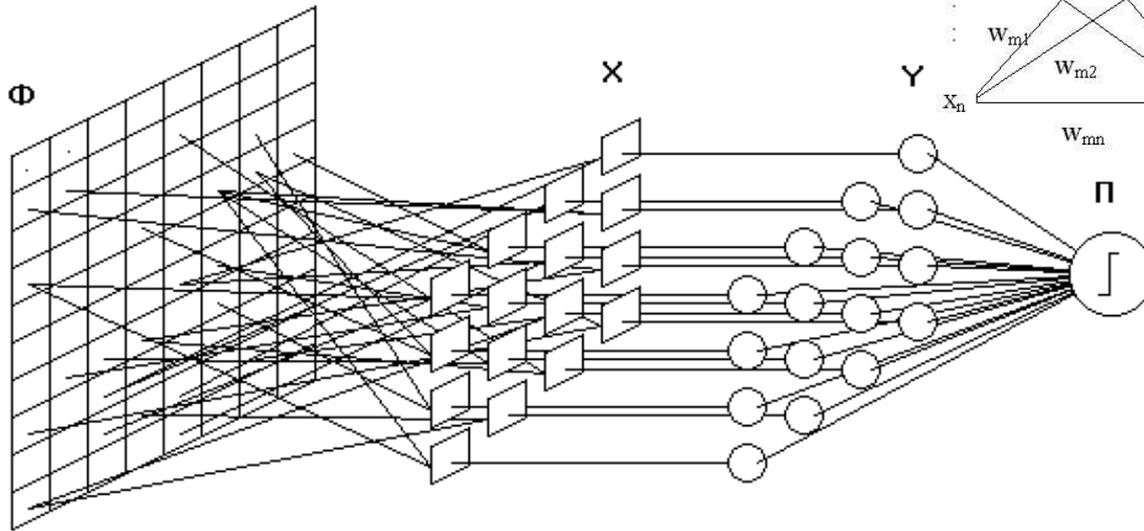
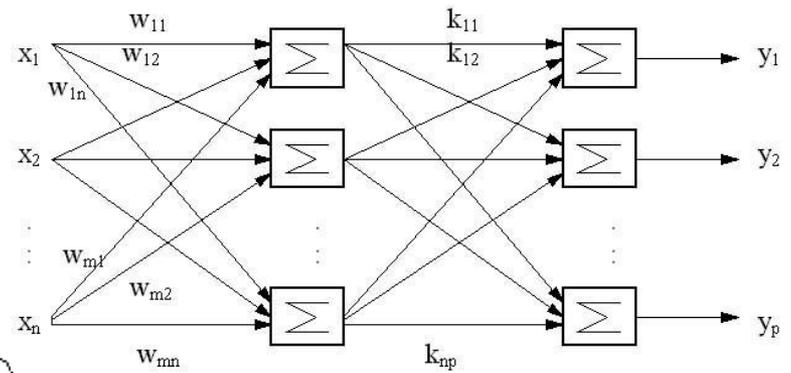
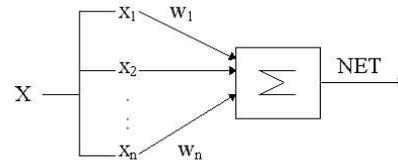
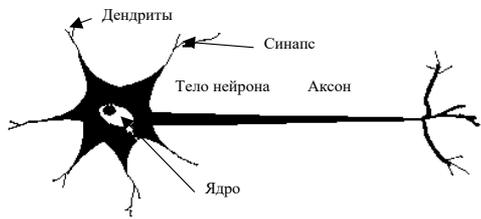


"Черепашки" Уолтера (1950)



Персептрон Розенблатта (1957)

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



Предыстория. Раскол



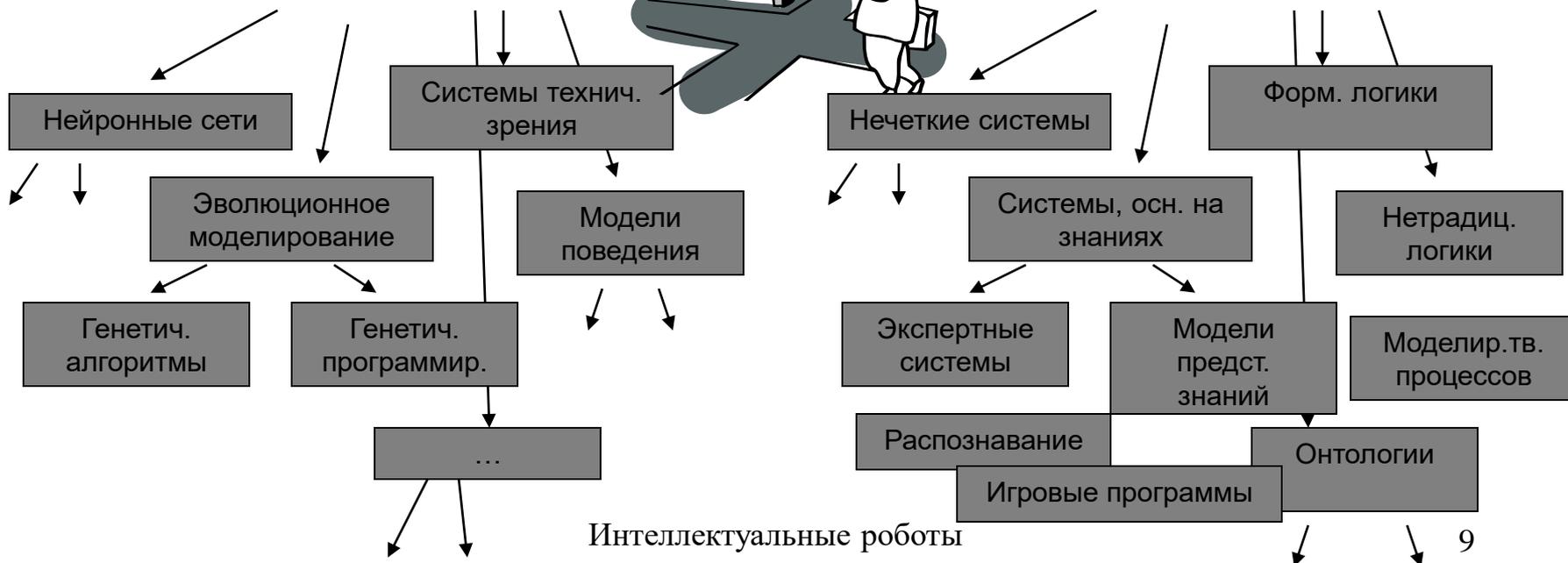
История ИИ

Искусственный разум

Искусственный интеллект

Бионическое направление

Эвристическое (прагматическое) направление



Интеллектуальные роботы

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

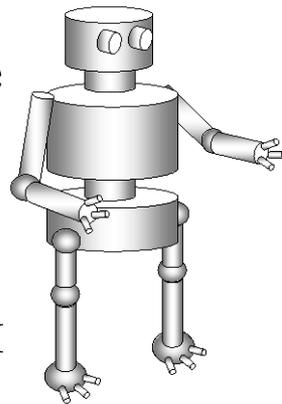
Р. - устройство, обладающее целенаправленным поведением и умеющее различать объекты внешней среды.

3 поколения роботов:

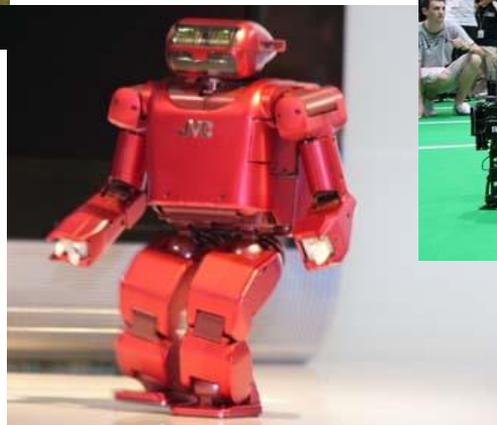
- Программные. Жестко заданная программа (циклограмма).
- Адаптивные. Возможность автоматически перепрограммироваться (адаптироваться) в зависимости от обстановки. Изначально задаются лишь основы программы действий.
- Интеллектуальные

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.

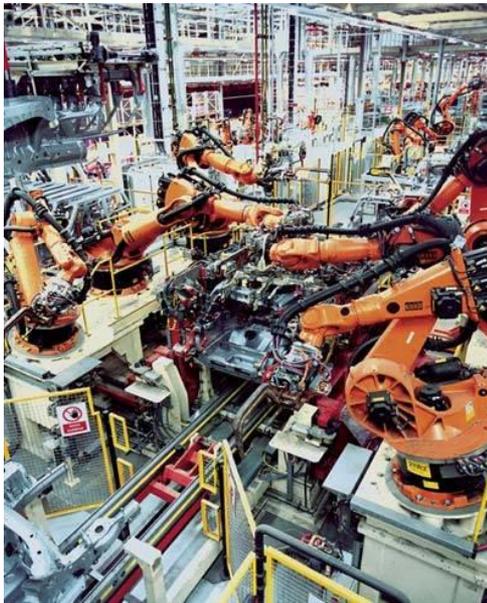


Примеры. Андроидные роботы



Примеры. Промышленные роботы

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



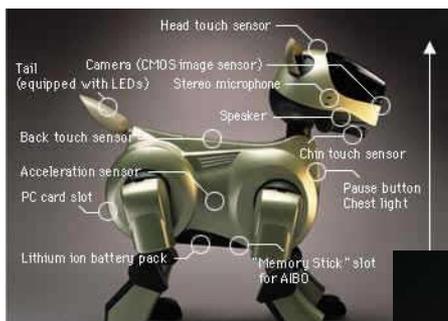
Примеры. Роботы для дома

- 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

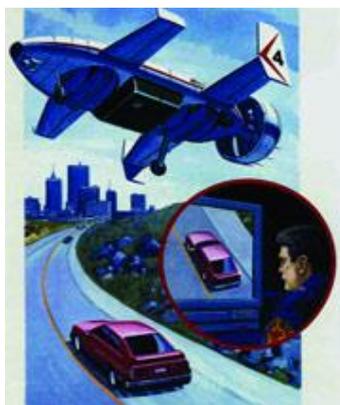
- Беспилотные самолеты
- Наземная техника
- Комплексы взаимодействующих самонаводящихся ракет (коллективное поведение), Капустин Яр, 2003



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

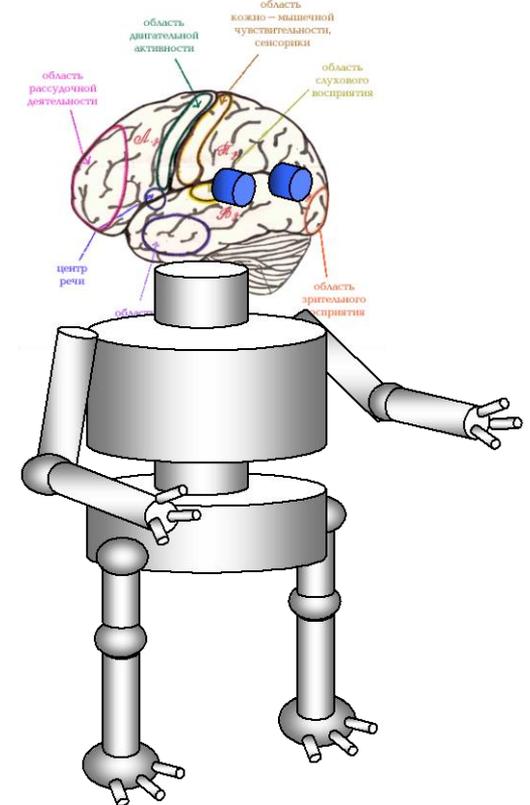


"Паровой" робот среди мексиканских повстанцев (XIX в.)

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**

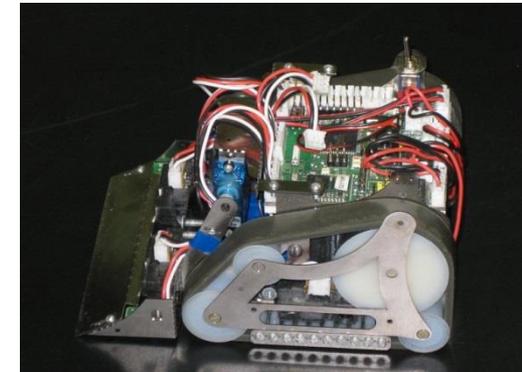
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- 4. Имитация эмоций и психических функций
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы



- Задачи движения
- Общение
- Коллективное поведение
- Спортивная робототехника

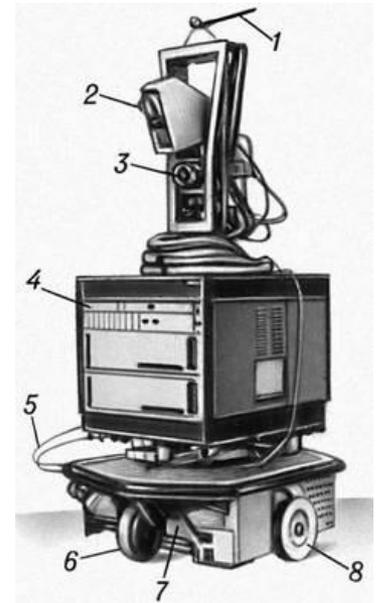
Кто из них – интеллектуальный робот?

- 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 Р., 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).

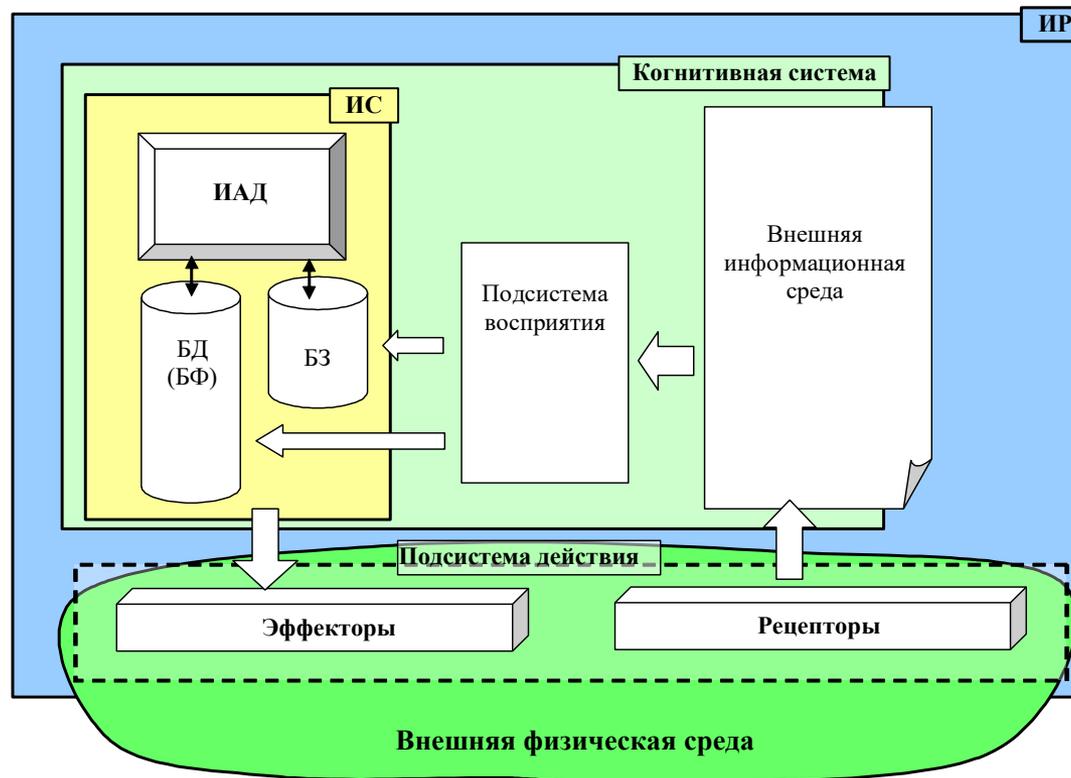
Аналоги:

- 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

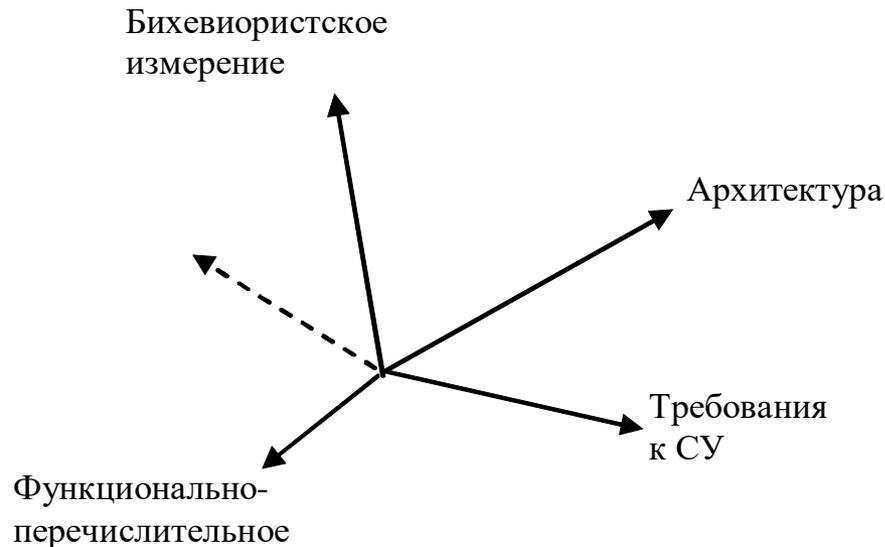


МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИР

- 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.

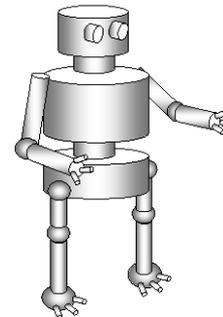
Антропоморфность

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

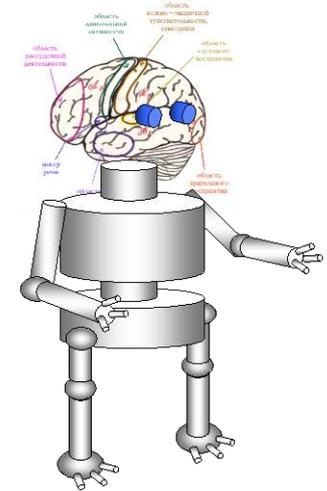
1. Роботы, как устройства, выполняющие некую присущую человеку работу функционируют в **человеческой среде обитания**. Роботы должны уметь вписываться в габариты человеческого жилища, пользоваться человеческим окружением (двери, лестницы, выключатели и т.п.). Это подразумевает как минимум необходимость 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.

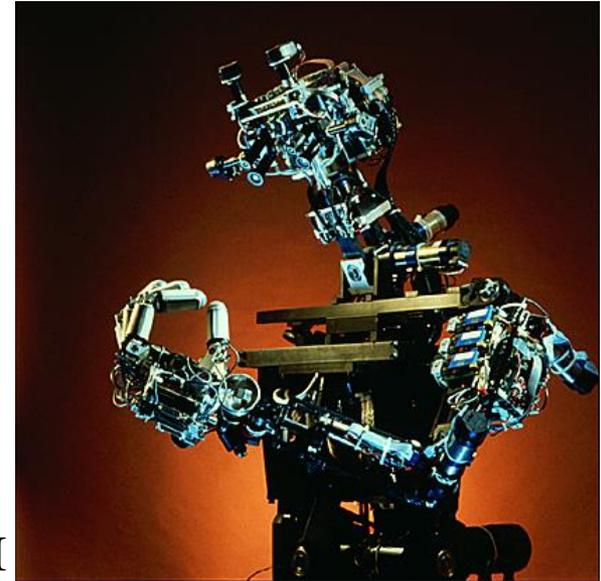


- 1. Определения
- **2. Интеллектуальные СУ**
- 3. Имитация физиологии
- 4. Имитация эмоций и психических функций
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы



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

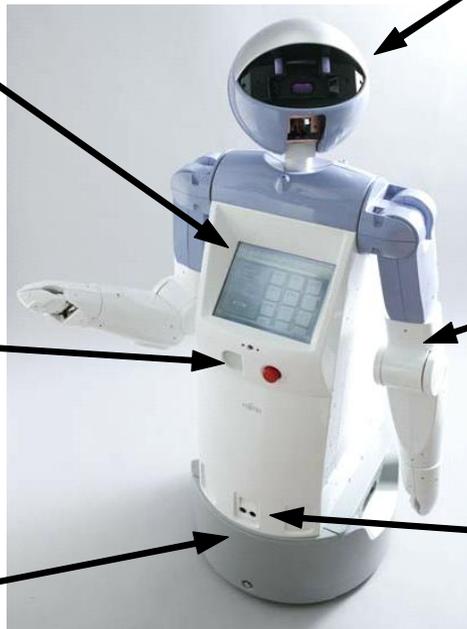
модель мира,
принятие решений,
целеполагание и
планирование

общение

распознавание и
генерация речи

ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

нечеткая логика



техническое зрение,
распознавание
изображений
(нейронные сети)

манипулятор

нечеткая логика,
нейронные сети

очувствление

датчики
препятствия

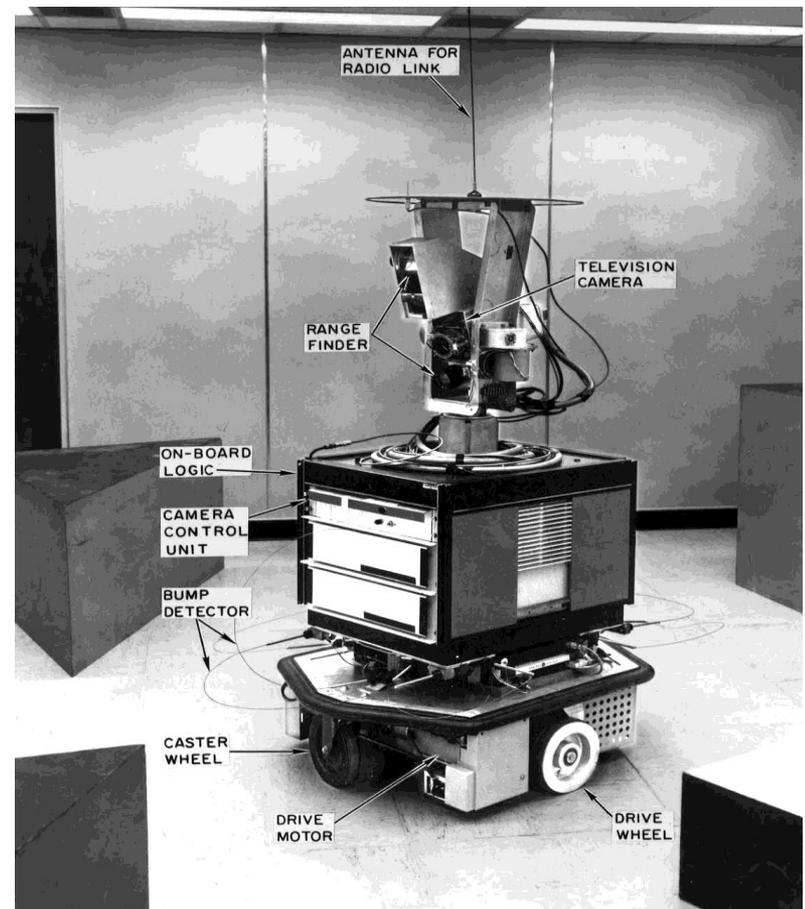
Стэнфордские роботы. Робот Шейки

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

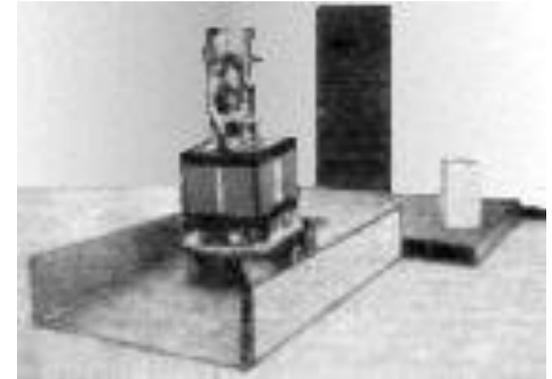
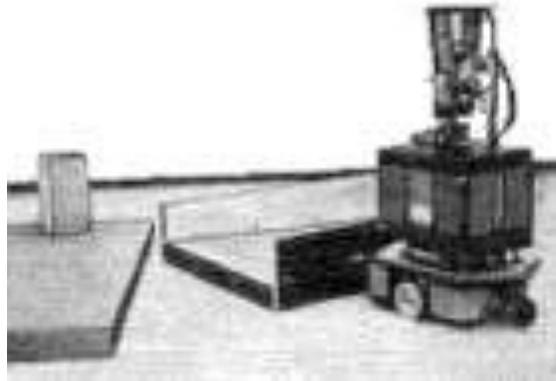
- Бортовая ЭВМ SDS-940, телекамера, дальномер и датчики столкновения
- Радиоканал со стационарными ЭВМ PDP-10 и PDP-15.
- Скорость перемещения - 2 метра в час.



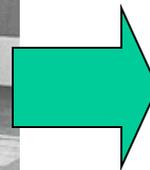
В роли модуля планирования для робота – система STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver), 1971, Р.Файкс и Н.Нильсон.



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. Демонстрации

[STAIR-Dishwasher.wmv](#)

[STAIR-DoorOpening.wmv](#)

[STAIR-Elevator.wmv](#)

[STAIR-Grasp.wmv](#)

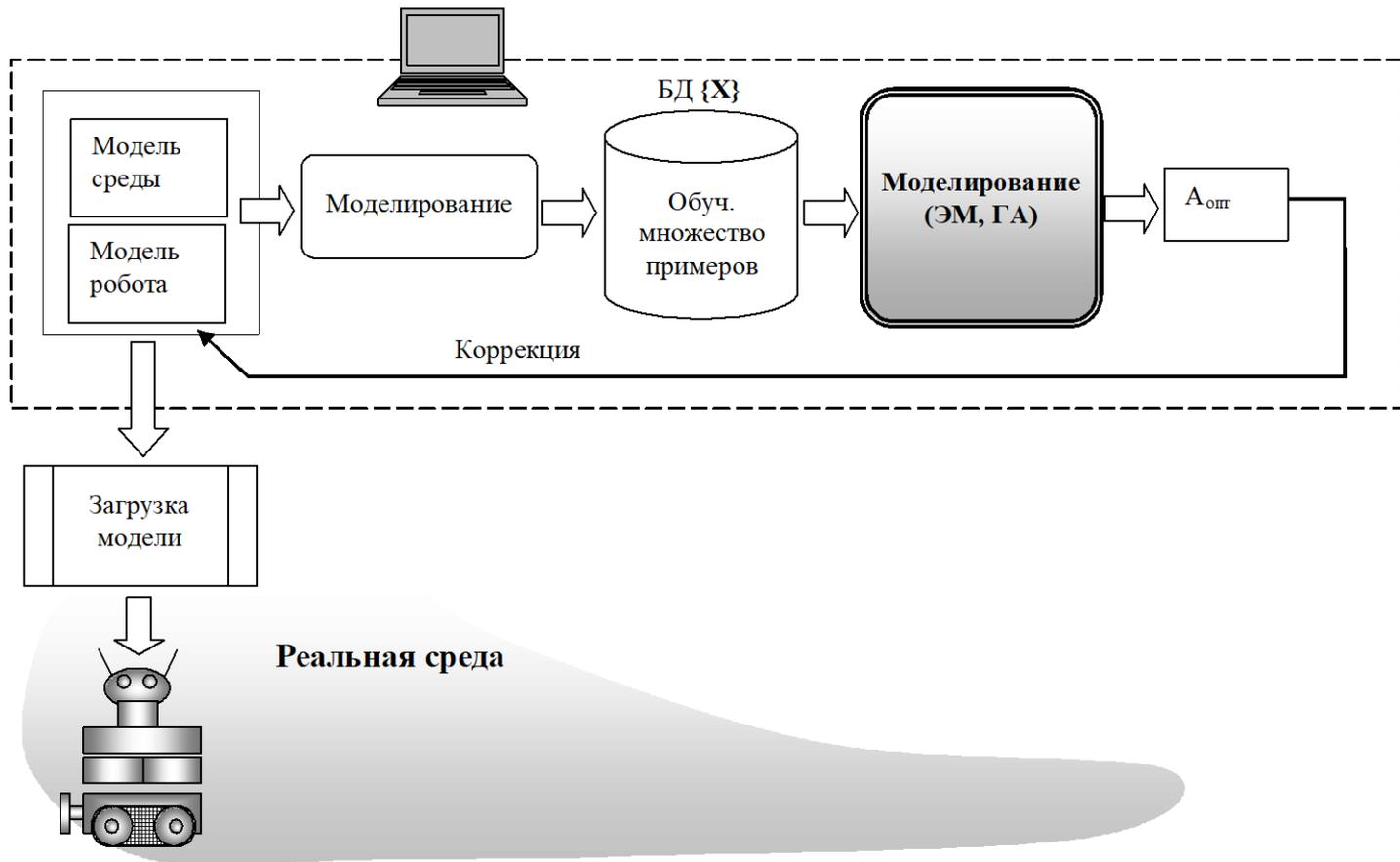
[STAIR-ManipulGraspingNovelObjects.mp4](#)

[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**

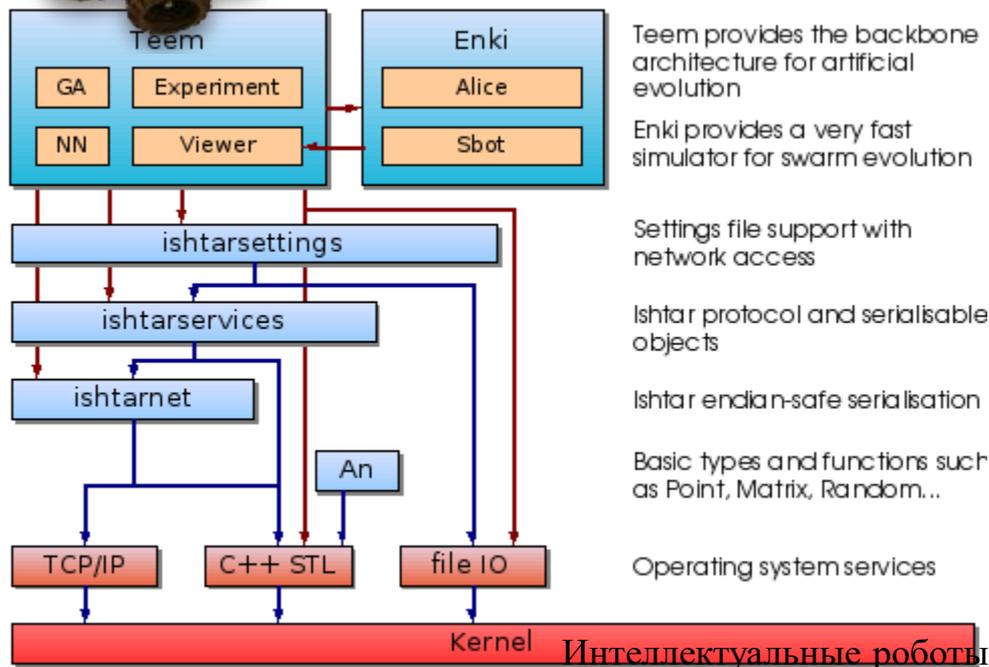


Генетические алгоритмы

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



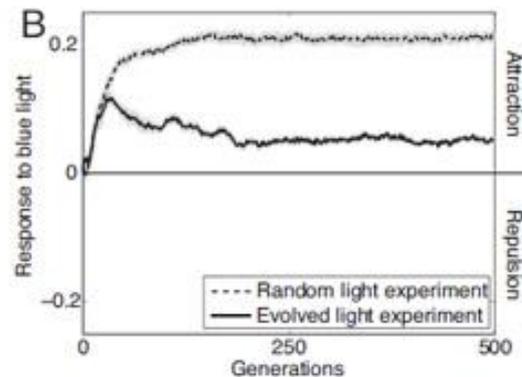
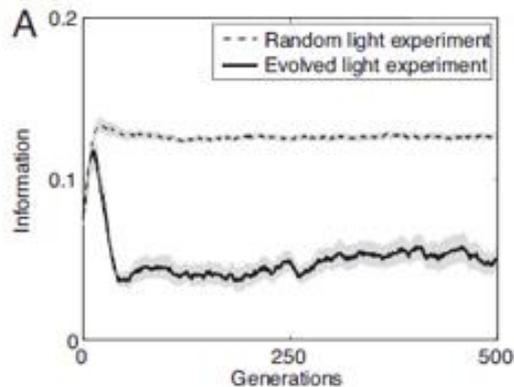
s-бот: 12x15 см.; процессор Xscale 400 MHz, 64 MB ОЗУ, 32 MB флеш, 12 PIC микроконтроллеров для низкоуровневой обработки.



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

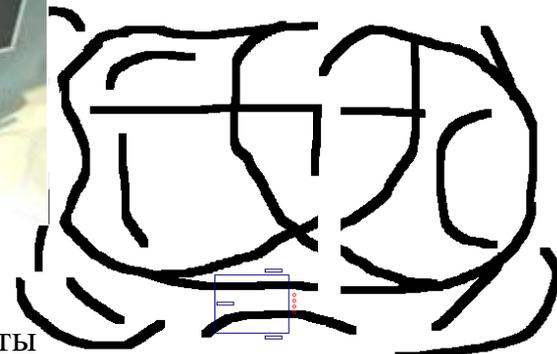
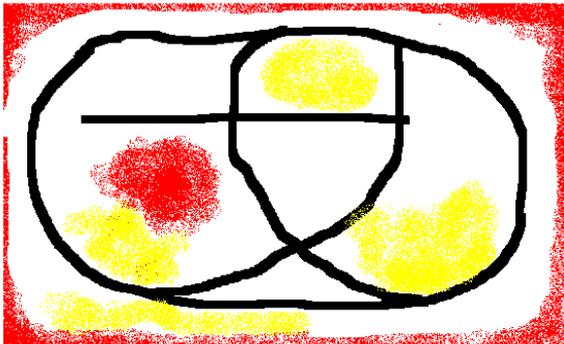
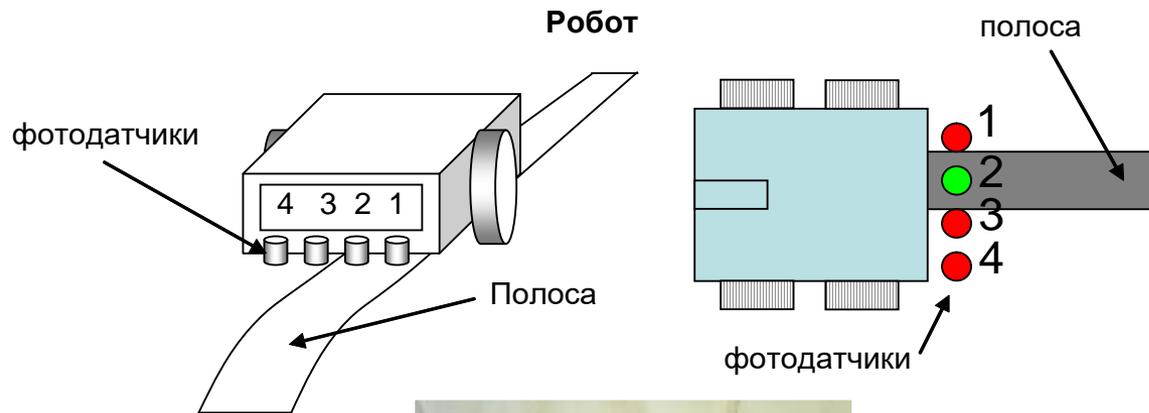
- Задача - поиск «источника пищи» (светящееся кольцо)
- На другом конце арены - более темное кольцо («отравленное»)
- Роботы: ИНС. 11 сенсорных нейронов и 3 мотонейрона (колеса и свет). Нейроны соединены с помощью 33 синапсов, и мощность сигналов каждого синапса контролировалась одним восьмибитным геном.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



[Видео](#)

Эволюционное моделирование

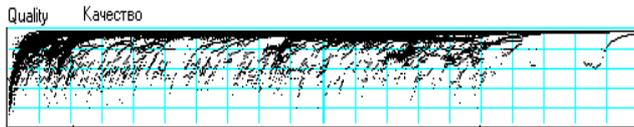
Задача обучения движению робота по полосе



Интеллектуальные роботы

Эволюция управляющего автомата

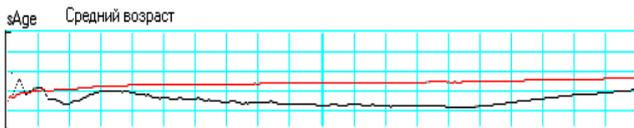
- Обучение с учителем
- Обучение без учителя



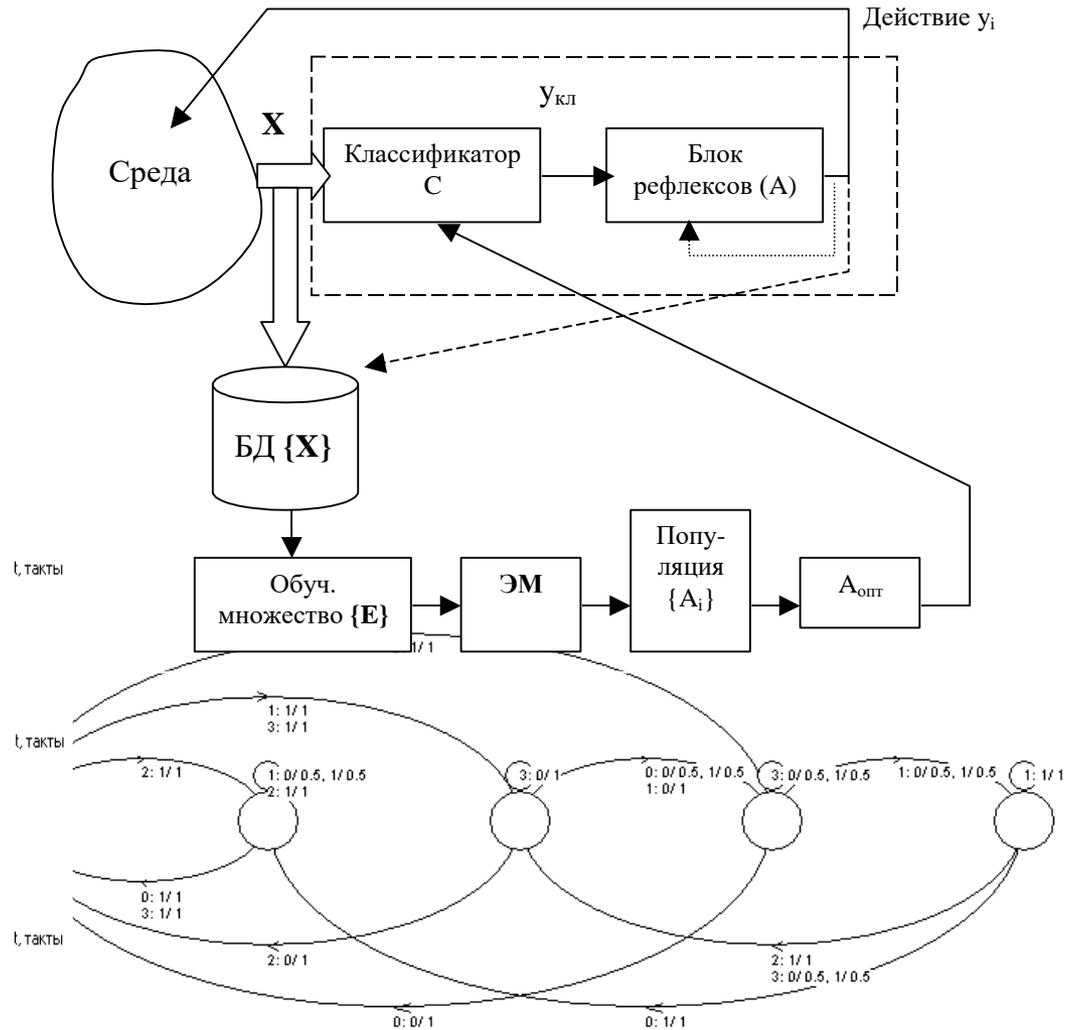
а)



б)



в)



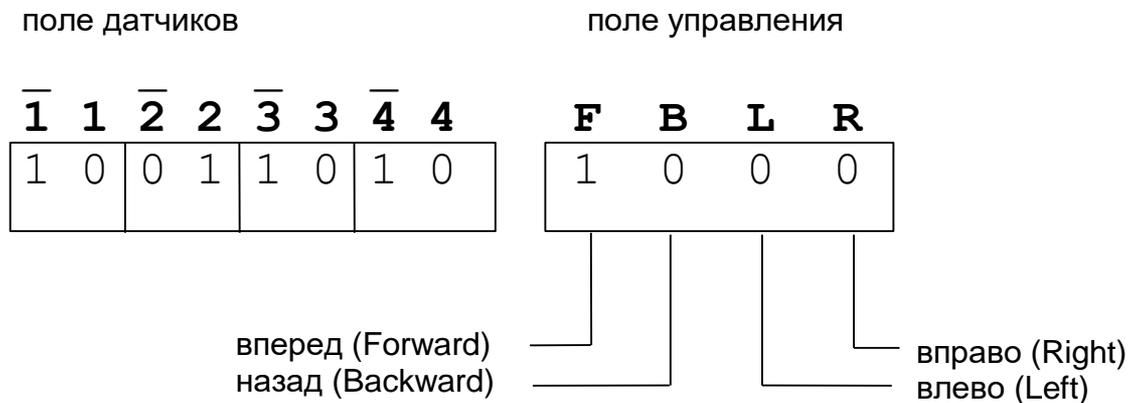
Интеллектуальные роботы

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

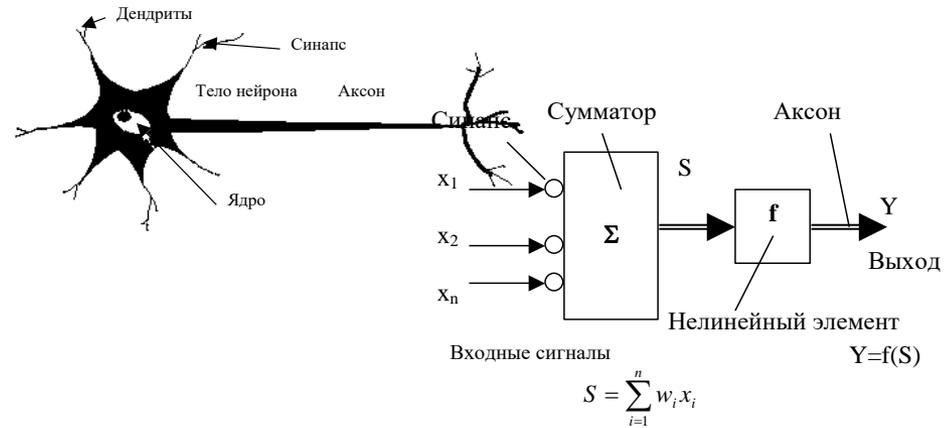
$$F = (\text{Photo1}=\text{ON}) \text{ AND } ((\text{MotorLeft}=\text{ON}) \text{ OR } (\text{MotorRight}=\text{ON}))$$

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

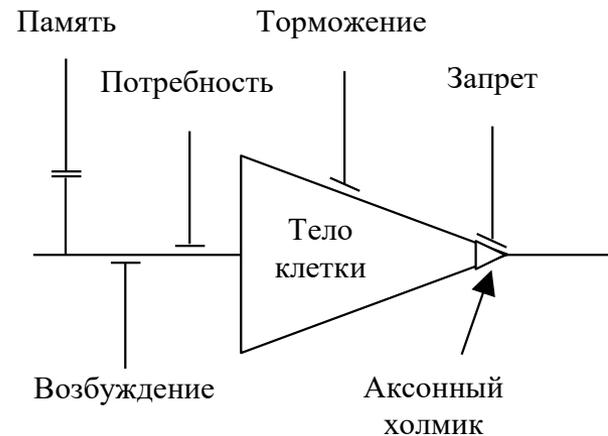
Искусственные нейронные сети

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



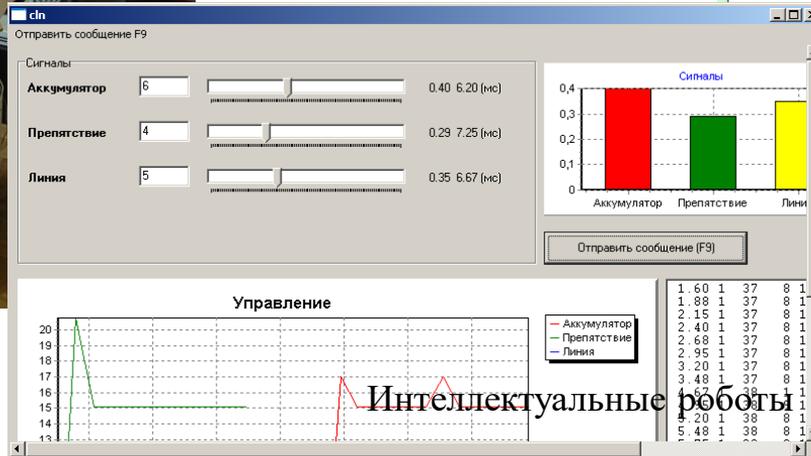
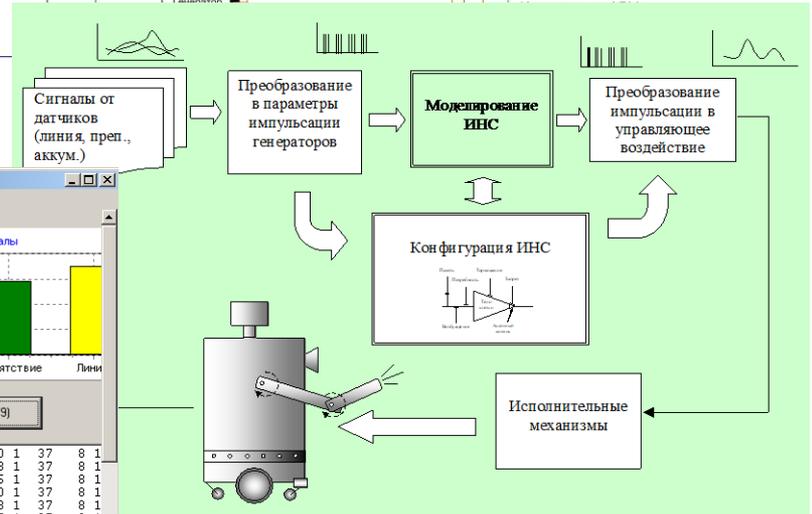
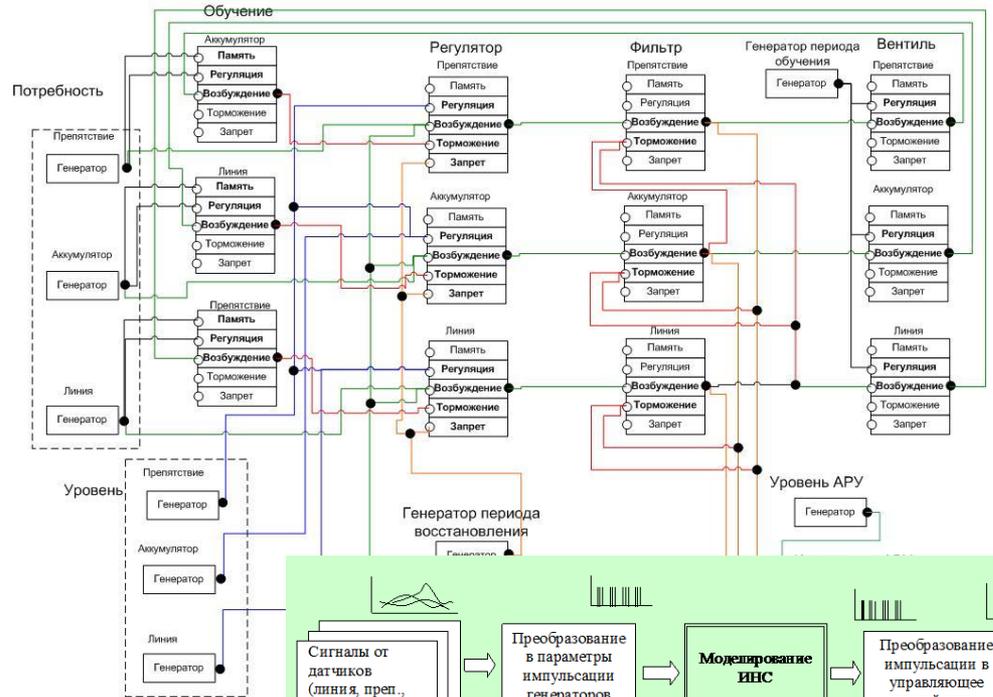
- Индустрия ИНС
- Спинной мозг и решение интеллектуальных задач

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



Интеллектуальный нейрон. Брейнпьютер

- Задача планирования поведения робота



Интеллектуальные роботы

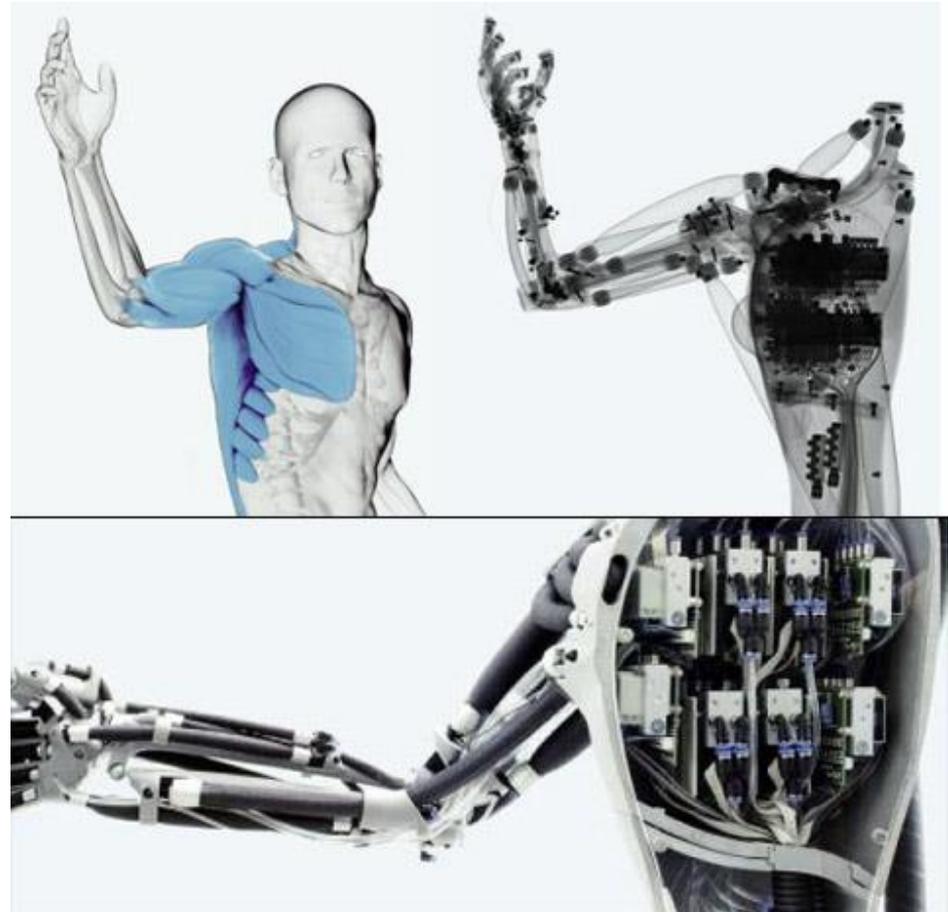
- 1. Определения
- 2. Интеллектуальные СУ
- 3. Имитация физиологии
- 4. Имитация эмоций и психических функций
- 5. Интегральный подход
- 6. Нерешенные задачи и перспективы

Имитация

- Физиология
- Эмоции
- Движение

Антропоморфность:

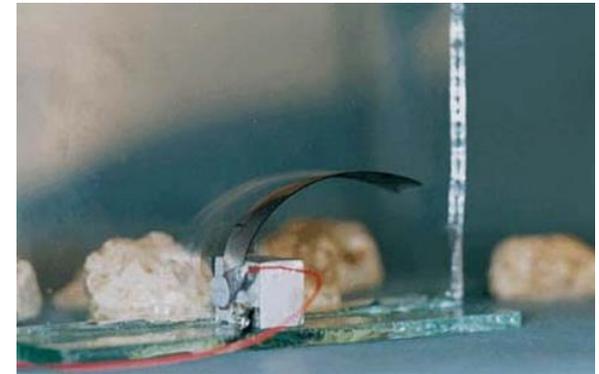
- ИР как физический объект в человеческой среде
- ИР как участник общения



Физиология. Мышцы

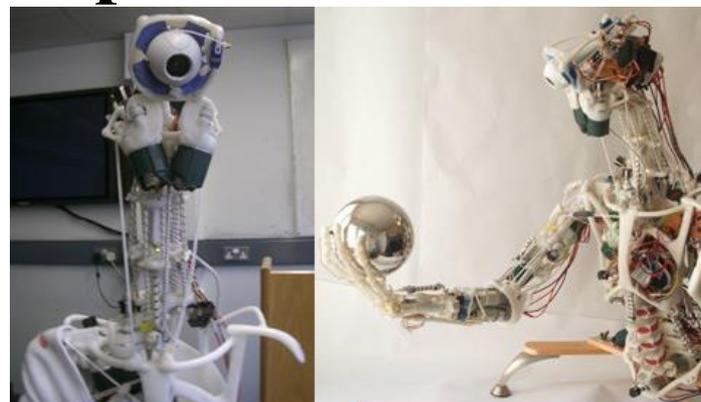


Festo, Германия



- 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



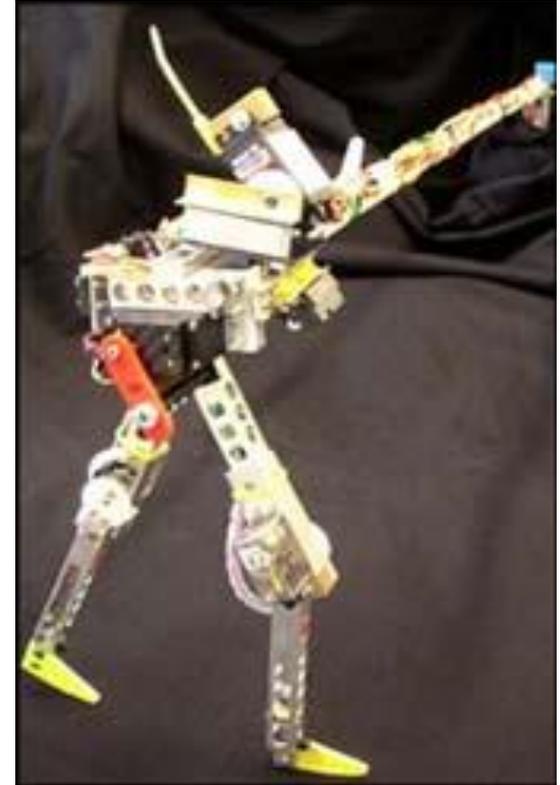
Runbot

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

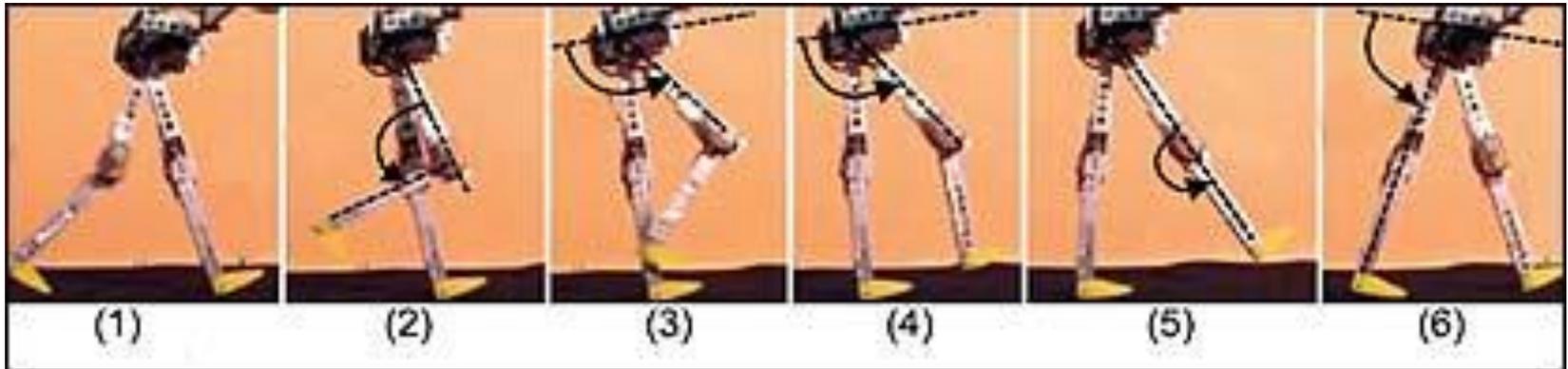
- Головной мозг включается в процесс регулирования ходьбы, только когда заданные параметры, такие как рельеф или наклон поверхности, меняются. Остальное время движением управляют **локальные нервные цепочки**.

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.

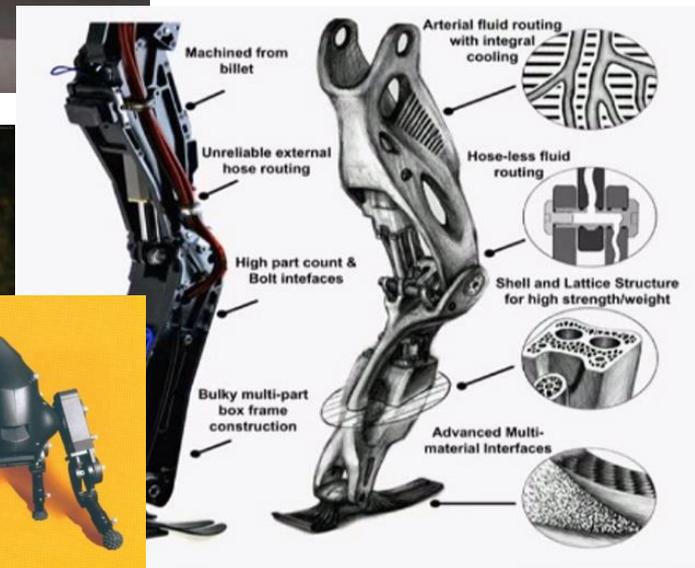
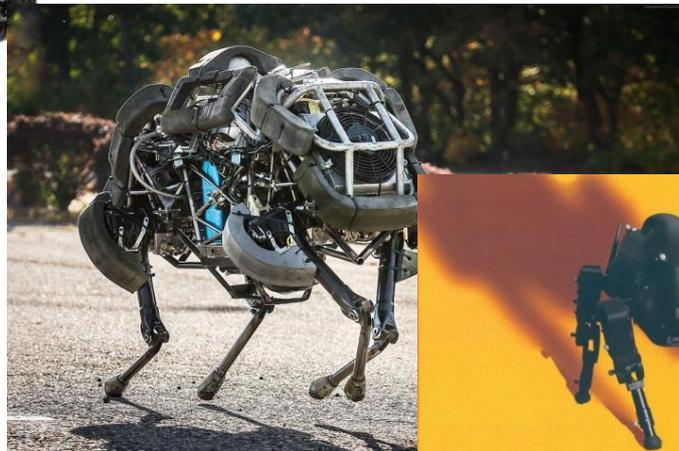
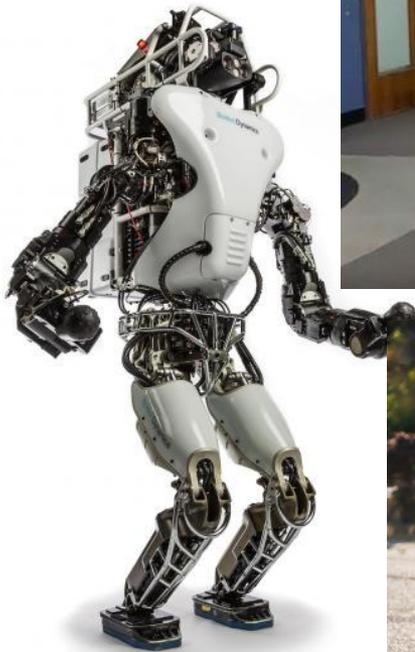


Runbot. Естественность движений



- **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»

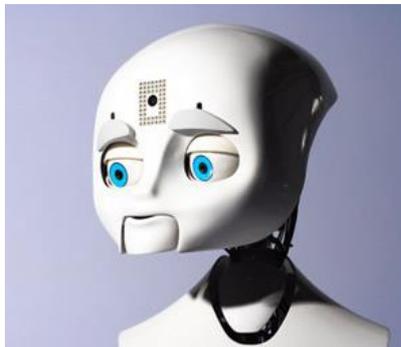
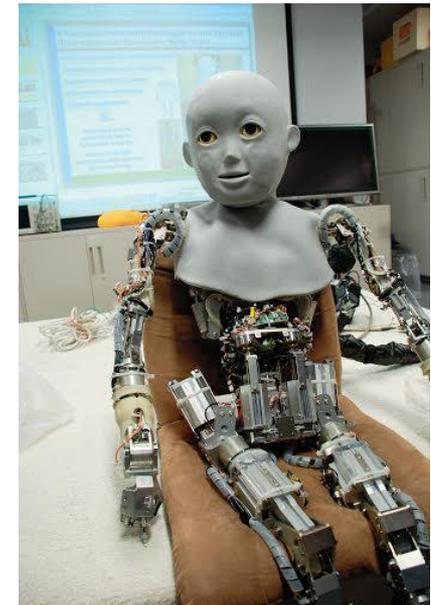
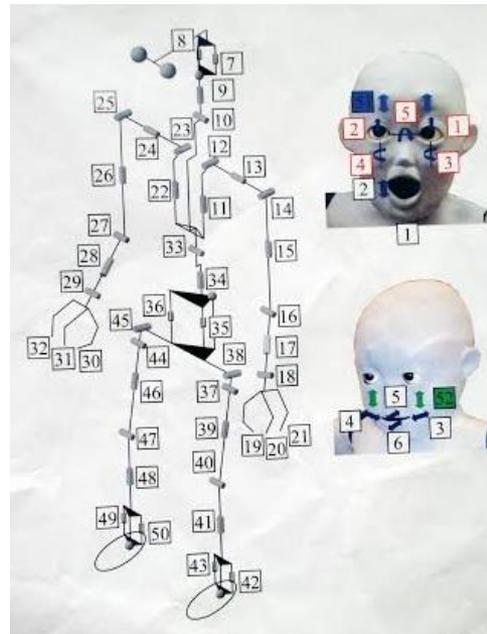
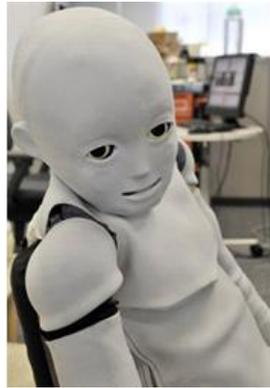
Проект CB2 (Япония, Osaka University).

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

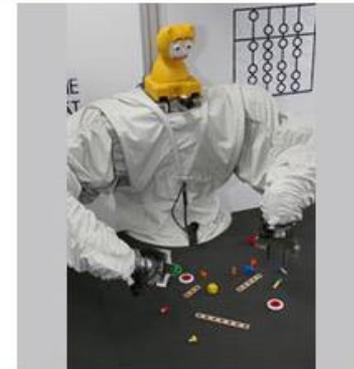


Интеллектуальные роботы

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 раздражительные 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

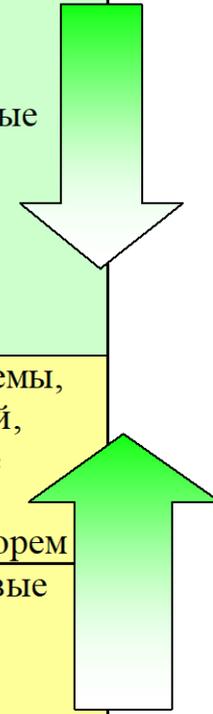
- А и В. Стабилизация состояния организма субъекта (минимизация дискомфортных состояний) и формирование первичных систем отсчета и семантических контекстов;
- С. Объединяет познавательные процессы, связанные с регуляцией перемещений организма как целого;
- D. Ответственен за ориентацию в ближайшем окружении и включает схематическую организацию знаний и семантические контексты действий, часть из которых врожденная, а значительная часть приобретена жизненным опытом и специальным обучением;
- Е. 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

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

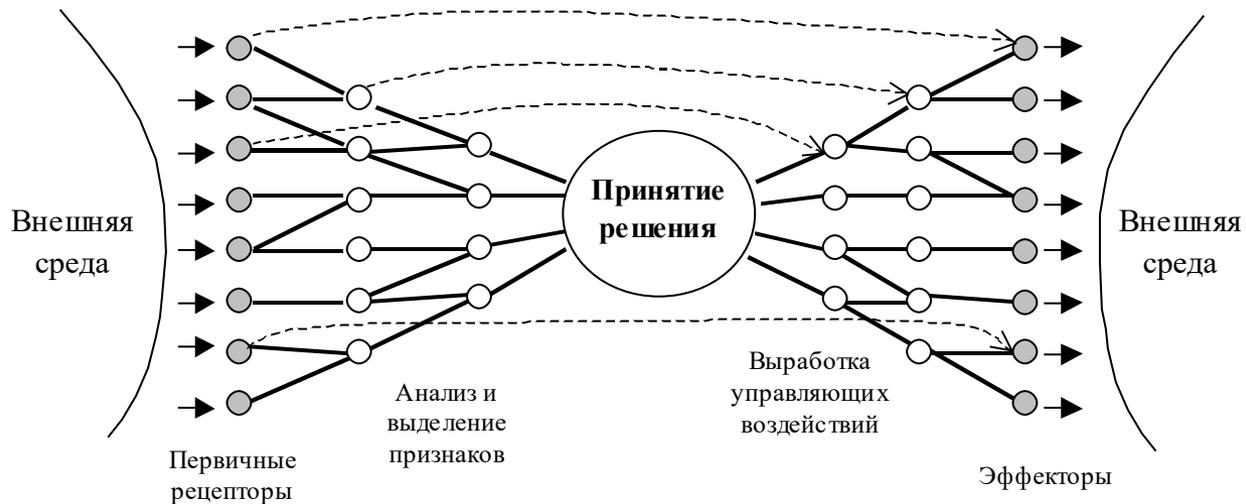


- См. таблицу **Шиклоши**
Интеллектуальные роботы

Некоторые практические выводы



- Схема «Организм-среда»



Центральные моторные программы

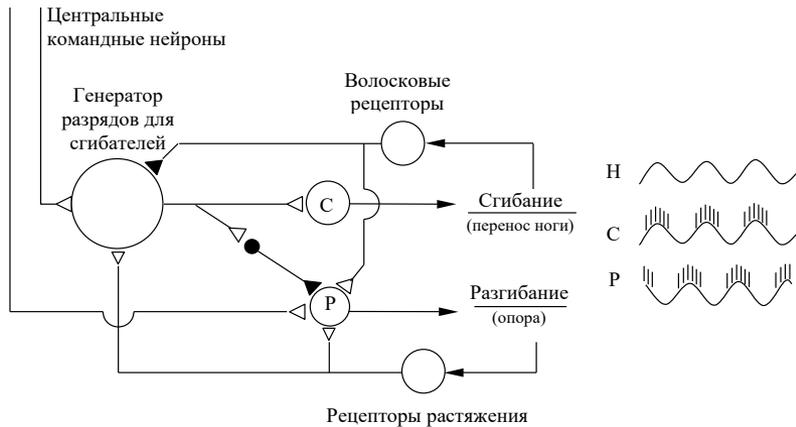


Схема управления пищевым поведением виноградной улитки

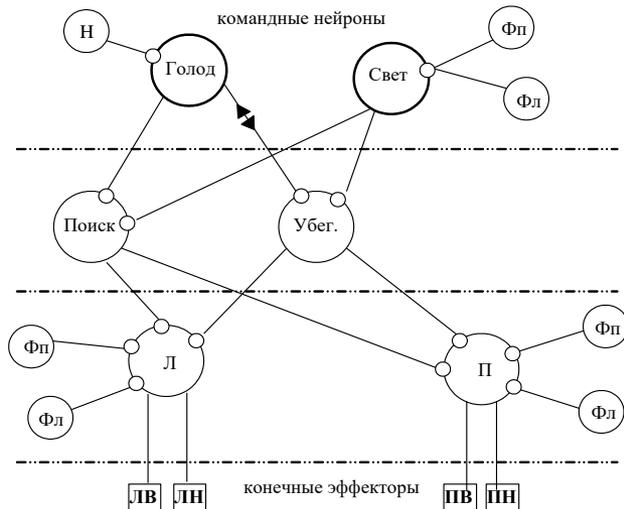
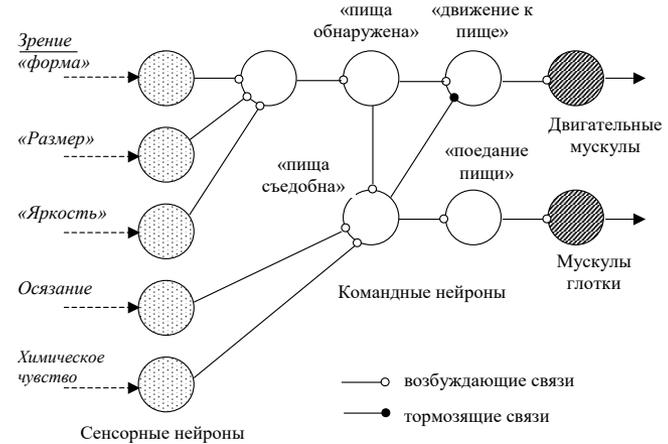
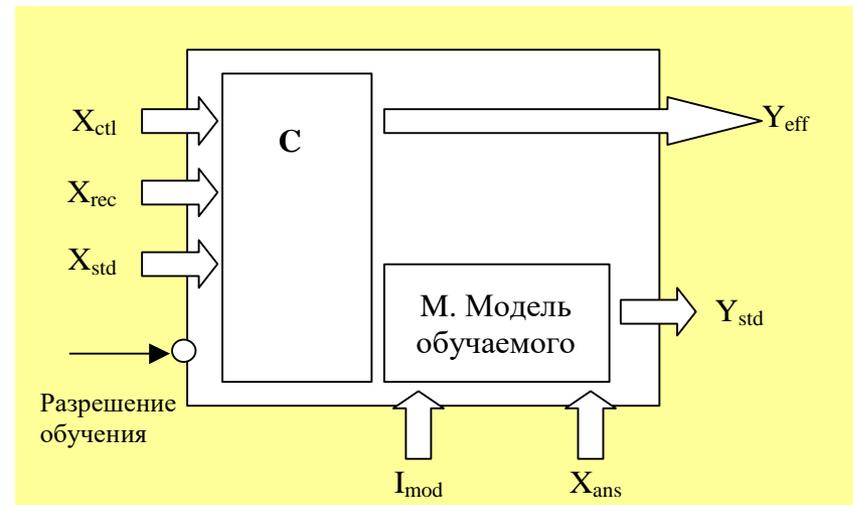


Схема поведения робота («свет-голод»)



Генератор локомоторного ритма у таракана



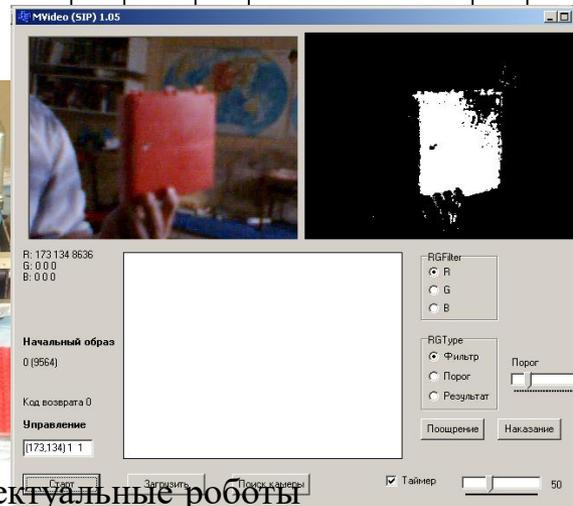
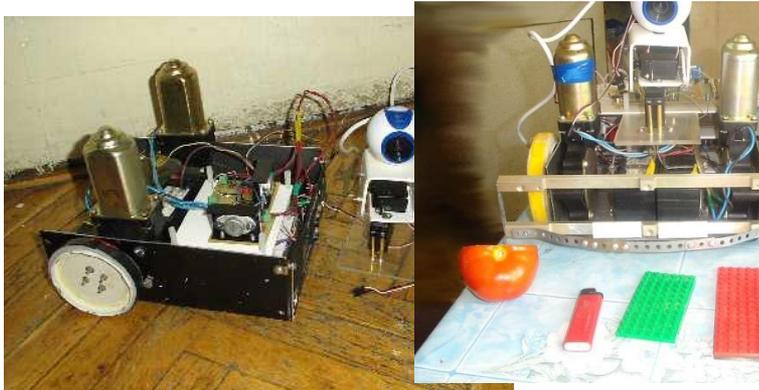
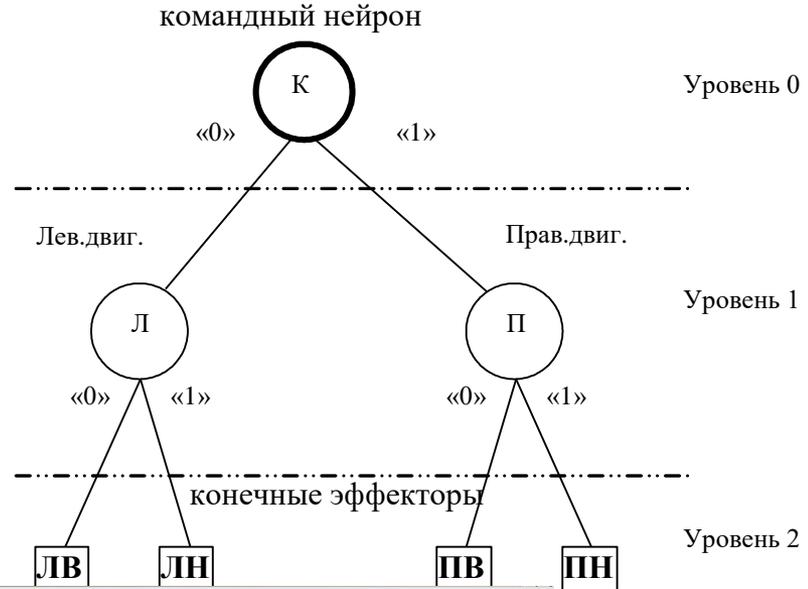
U-модуль

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:
 - параметризированной;
 - 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)"

