

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РОБОТЫ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Д.А. Добрынин*

ВИНИТИ РАН



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

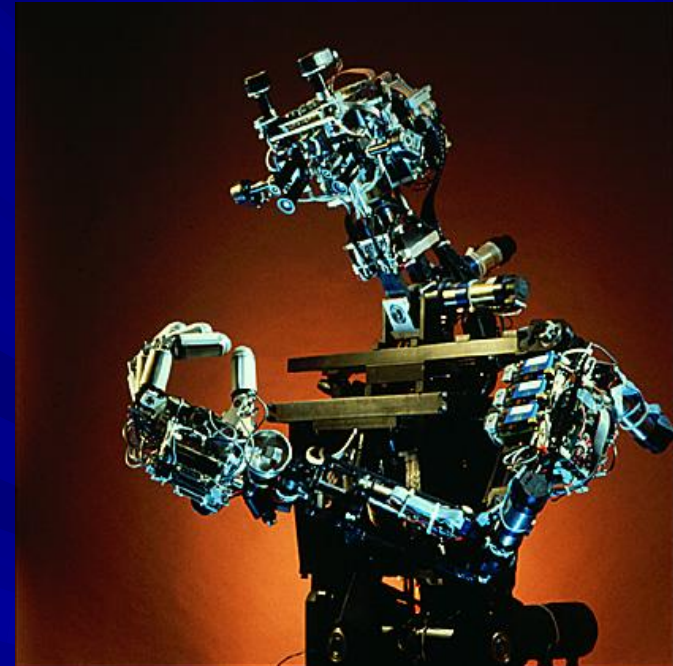


### 3 поколения роботов:

- **Программные.** Жестко заданная программа (циклограмма).
- **Адаптивные.** Возможность автоматически перепрограммироваться (адаптироваться) в зависимости от обстановки. Изначально задаются лишь основы программы действий.
- **Интеллектуальные.** Задание вводится в общей форме, а сам робот обладает возможностью принимать решения или планировать свои действия в распознаваемой им неопределенной или сложной обстановке.

# Архитектура интеллектуальных роботов

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



# Домашние роботы

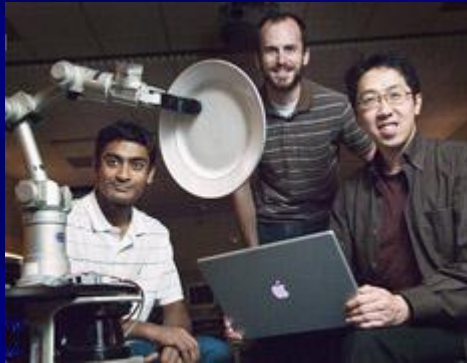
## Задачи домашних интеллектуальных роботов:

1. Ориентация и перемещение в ограниченном пространстве с меняющейся обстановкой (предметы в доме могут менять свое местоположение), открывание и закрывание дверей при перемещении по дому.
2. Манипулирование объектами сложной и иногда заранее неизвестной формы, например посудой на кухне или вещами в комнатах.
3. Активное взаимодействие с человеком на естественном языке и принятие команд в общей форме



Mahru и Ahra (Корея, KIST)

# Домашние роботы – STAIR (Стэнфорд)



Stanford Artificial Intelligence Robot (STAIR)

10 профессоров, 30 аспирантов и студентов

Начало работ – 2006 г.

Манипулятор, лазерный дальномер, видеокамеры.

В 2008 году STAIR уже умел самостоятельно находить двери и открывать их. На сегодняшний момент робот понимает голосовые команды типа «Принеси степлер», самостоятельно находит степлер среди других предметов в помещении, берет его манипулятором и приносит человеку, отдавшему команду. Это делает новый алгоритм, который позволяет "Ступеньке" узнавать знакомые особенности в незнакомых объектах и выбирать правильный захват.



# Домашние роботы – PR2 (Willow Garage)



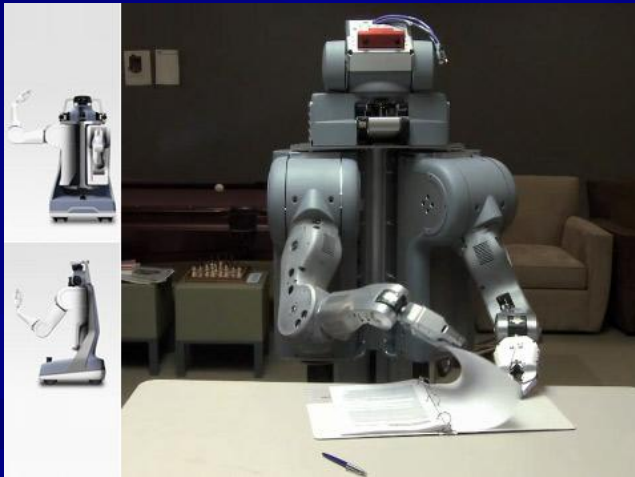
## Personal Robot 2 (PR2)

Вес 145 кг, туловище 4 степени свободы, голова 3 степени, 2 манипулятора по 8 степеней, 22 датчика давления на схватах.

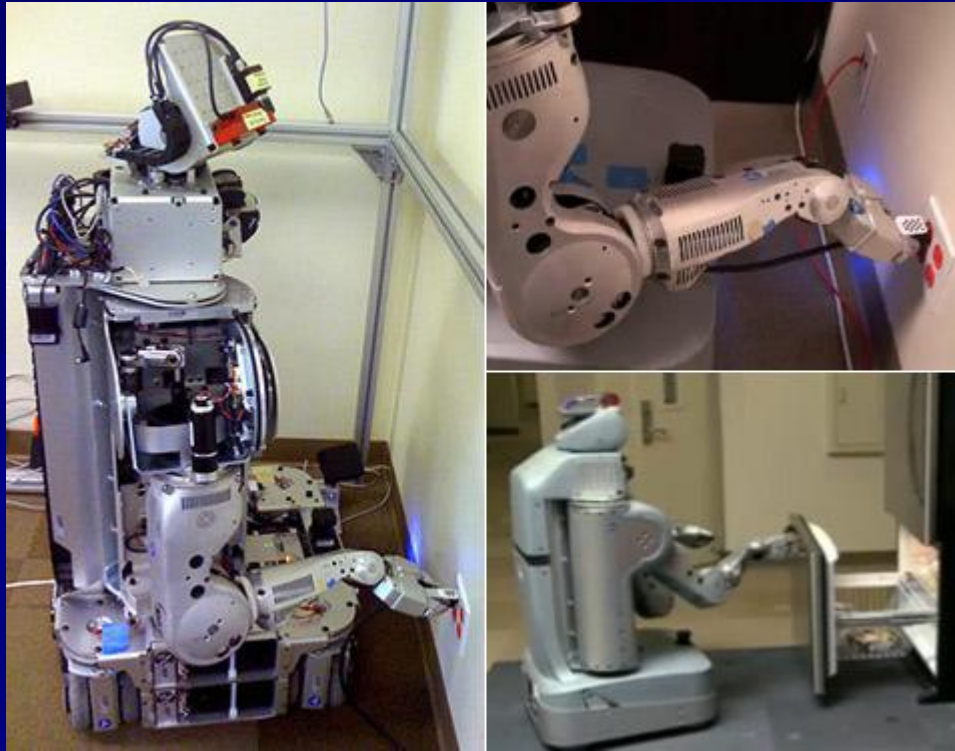
Открытая ОС для роботов (ROS)

Эта робототехническая платформа призвана помочь исследователям в том, чтобы не идти по сложному и дорогостоящему пути создания робота с нуля, а сосредоточить свои усилия на еще нерешенных проблемах.

Робот демонстрирует свои возможности: самостоятельно находит, открывает и закрывает двери, закладывает и достает посуду в посудомоечную машину, а когда уровень заряда батареи становится слишком низким, самостоятельно вставляет штекер в розетку. Также робот может выполнять и достаточно тонкую работу, например, перелистывать страницы обычной книги.



# Домашние роботы – PR2 (Willow Garage)



PR2 умеет втыкать вилку в розетку

Учёные из Калифорнийского университета в Беркли (UC Berkeley) впервые обучили робота взаимодействию с деформирующимися объектами. Как ни странно, но только сейчас удалось научить машину работать с мягкими и, главное, легко и непредсказуемо меняющими форму предметами.



# Домашние роботы – Care-O-Bot

Институт технологии машиностроения и автоматизации Фраунгофера (Fraunhofer IPA)

Версия 3 (2008 г), начало работ – 1998 год

## Параметры робота:

- ❖ Высота - 1,45 метра, 60x60см, вес 150 кг
- ❖ Четыре ведущих управляемых колеса
- ❖ Управление – 3 РС
- ❖ Торс – 5 степеней свободы
- ❖ Рука – 7 степеней свободы
- ❖ Кисть – 7 степеней свободы
- ❖ Сенсорный экран - поднос

**Функции:** перемещение по комнатам, объезд препятствий, открывание дверей, распознавание и захват предметов.

**Управление:** с панели, речевое, распознавание жестов.





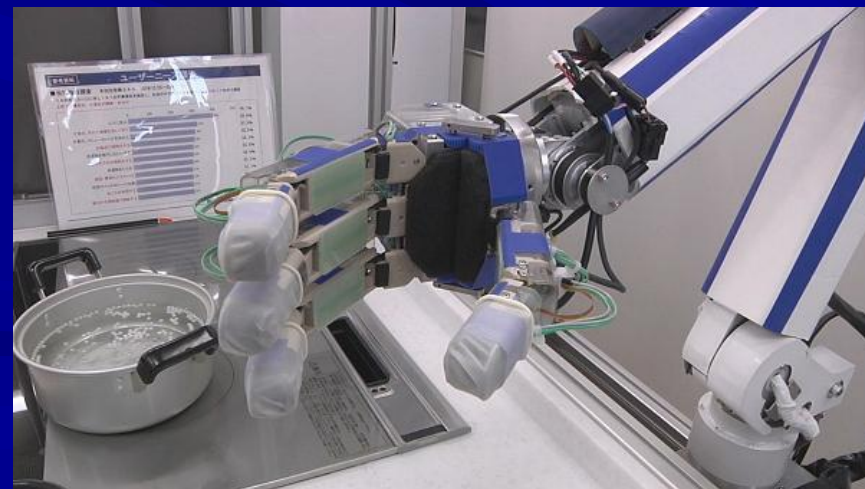
# Домашние роботы



ReadyBot (США)



IRT (Япония)



Panasonic

# Военные роботы США

## Планы DARPA по перевооружению армии:

- К 2015 году одна треть транспортных средств будет беспилотной
- За 6 лет с 2006 г. планируется потратить \$14.78 млрд
- К 2025 году планируется переход к полноценной робототехнической армии



# Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)

Беспилотники ВВС и армии США:

2000 г. – 50 единиц

2010 г. – 6800 единиц (136 раз)

В 2010 г. командование ВВС США впервые в своей истории намерено приобрести больше беспилотных аппаратов, нежели пилотируемых самолетов. К 2035 все вертолеты станут беспилотными.

Рынок беспилотников:

2010 г. – 4.4 млрд. \$

2020 г. – 8.7 млрд. \$

Доля США – 72% всего рынка

32 страны мира производят около 250 типов беспилотных самолетов и вертолетов



X47B UCAS



RQ-4 Global Hawk



RQ-7 Shadow



RQ-11 Raven

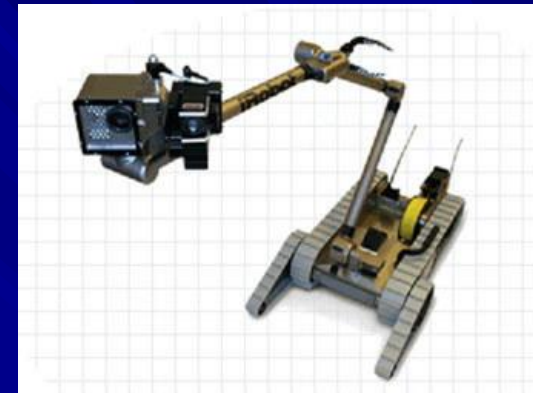


A160T Hummingbird

# Наземные боевые роботы

Выполняемые задачи:

- разминирование
- разведка
- прокладка линий связи
- транспортировка военных грузов
- охрана территории



Робот-сапер PackBot  
1700 единиц на  
вооружении



Робот-танк BlackKnight



Транспортный робот BigDog  
(Boston Dynamics)



Боевой робот MAARS

# Морские роботы

Выполняемые задачи:

- Обнаружение и уничтожение подлодок
- Патрулирование акватории
- Борьба с морскими пиратами
- Обнаружение и уничтожение мин
- Картография морского дна



катер ВМС США Protector

К 2020 г. в мире будет выпущено 1142 аппарата на общую сумму 2,3 млрд. долл., из которой 1,1 млрд. потратят военные. Произведено будет 394 крупных, 285 средних и 463 миниатюрных подводных устройства. В случае оптимистичного развития событий объем продаж достигнет 3,8 млрд. долл., а в “штучном” выражении — 1870 роботов.



Подводный робот  
REMUS 100 (Hydroid)  
создано 200 экз.

# Военные роботы (Россия)

- Имеется много разработок БПЛА различных типов
- Имеются единичные образцы наземной техники
- Нет концепции применения БПЛА в армии
- Нет массового производства



БЛА-05 «Типчак»



ТУ-300



Дозор-600



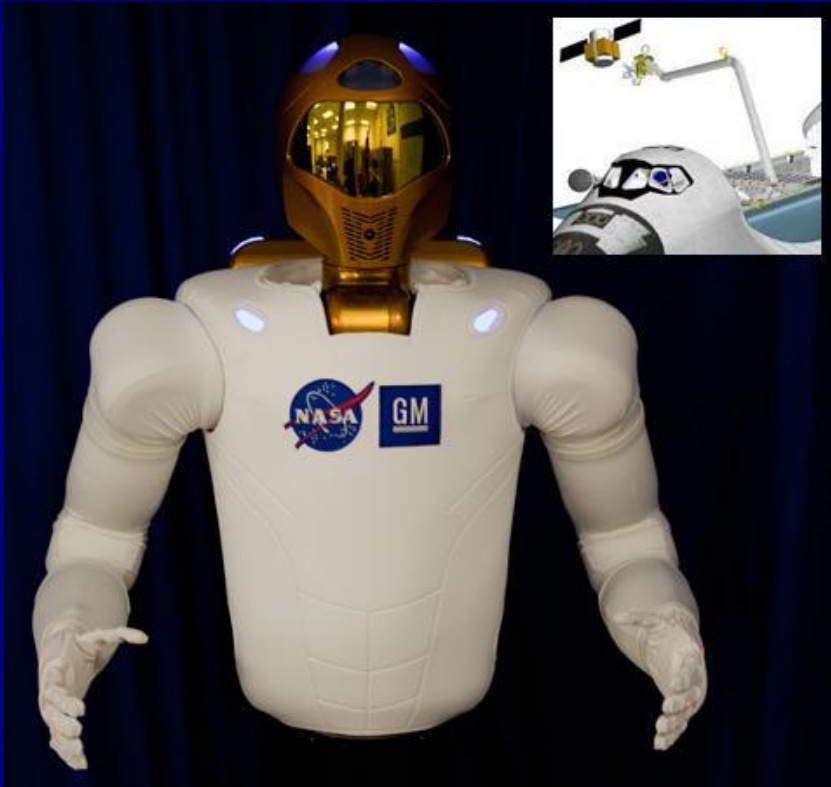
МРК-27 - БТ

# Промышленные роботы

- К 2010 г. в мире разработано более 270 моделей промышленных роботов, выпущено 1 млн. роботов
- В США внедрено 178 тысяч роботов
- В 2005 году в Японии работало 370 тысяч роботов - 40 процентов от общего количества во всем мире. На каждую тысячу заводских сотрудников-людей приходилось 32 робота
- К 2025 году из-за старения населения Японии 3,5 миллиона рабочих мест будет приходиться на роботов
- Современное высокоточное производство невозможно без использования роботов
- Россия в 90-е годы потеряла свой парк промышленных роботов. Массовое производство роботов отсутствует.



# Космические роботы

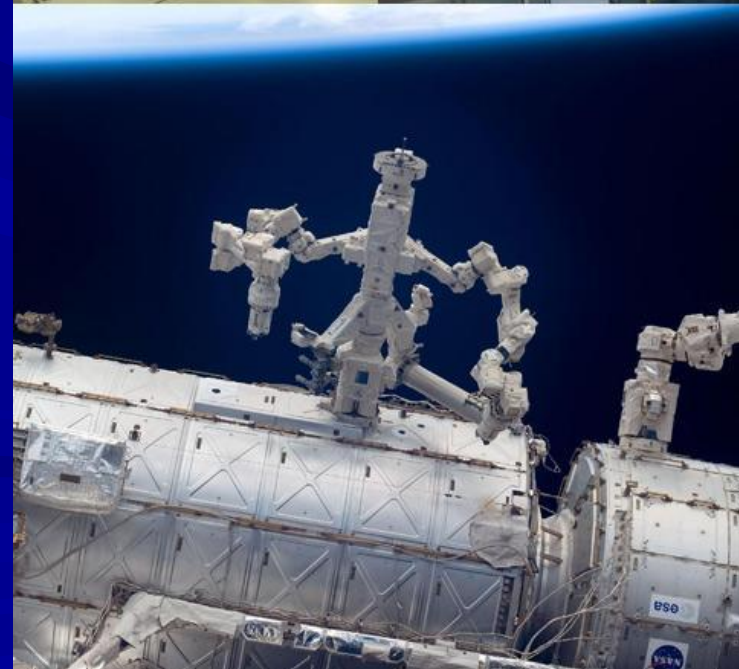
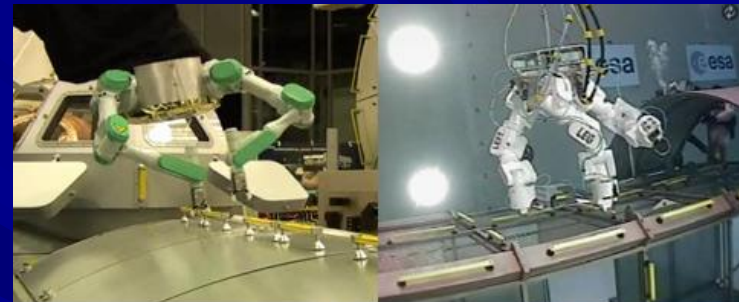


Robonaut -2 отправится на МКС в сентябре 2010 г. (разработчик General Motors) и станет постоянным членом экипажа.

Робот DEXTRE работает на МКС с 2008 года.



EUROBOT на стенде





# Роботы-охранники

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



Робот-охранник Reborg-Q (Япония)

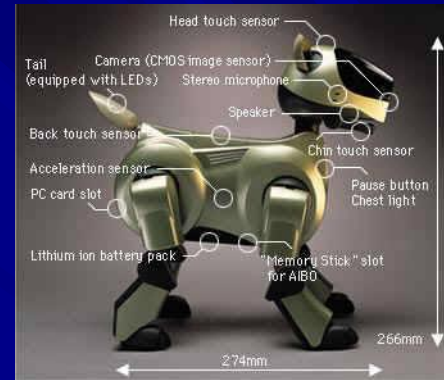


SGR-1

(охрана корейской границы)

# Роботы для игр

- Роботы-животные
- Роботы-игрушки



Робот-собака AIBO (Sony)

2000-2007 г.



Робот-динозавр PLEO



Роботы-собаки



# Роботы для медицины

- Обслуживание больниц
- Наблюдение за больными



Развозчик лекарств MRK-03  
(Япония)

# Роботы для медицины- хирургические роботы



Робот-хирург Da Vinci

Разработчик - INTUITIVE SURGICAL INC (USA)

2006 год – 140 клиник

2010 год – 860 клиник

В России – 5 установок

Оператор работает в нестерильной зоне у управляющей консоли. Инструментальные манипуляторы активизируются только в том случае, если голова оператора правильно позиционируется роботом.

Используется 3D изображение операционного поля. Движения рук оператора аккуратно переносятся в очень точные движения операционных инструментов. Семь степеней свободы движения инструментов предоставляют оператору невиданные до сих пор возможности.



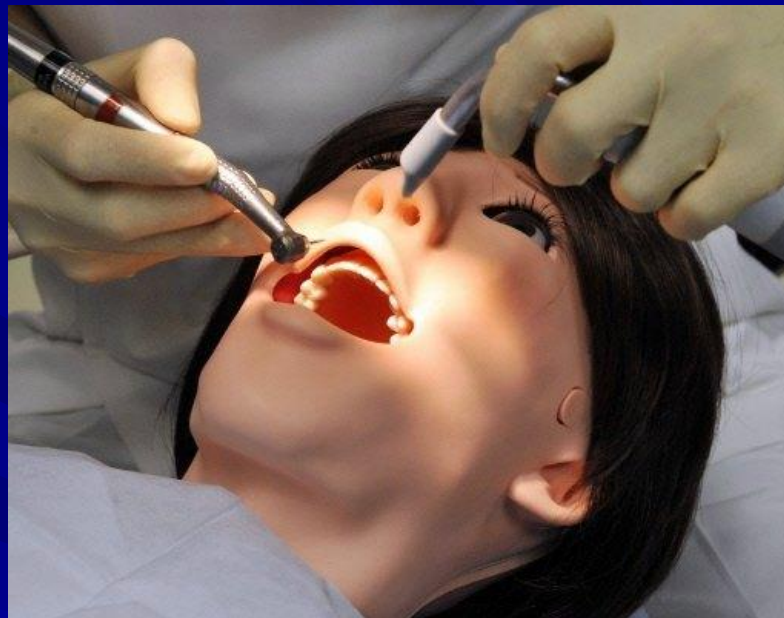
# Роботы для медицины - тренажеры для врачей



## Робот-пациент STAN (США)

Робот дышит и говорит. И многих студентов регулярно шокирует "смерть" манекена — настолько он реалистичен.

Используется в 370 госпиталях и медицинских школах.



## Робот для стоматологов Hanako (Япония)

Она может изображать боль, закатывать глаза и даже пускать слюни. Кроме того, Hanako может общаться с врачом и говорить, например, «Мне больно».

# Роботы для медицины - протезы



Бионический протез руки i-Limb (Touch Bionics)

удерживает до 90 килограммов нагрузки

Серийно производится с 2008 г., 1200 пациентов по всему миру.

Протез управляется миоэлектрическими токами в конечности, а для человека это выглядит почти как управление настоящей рукой. Вместе с "пульсирующим захватом" это позволяет инвалиду производить более точные манипуляции, вплоть до завязывания шнурков или застёгивания пояса.



# Экзоскелеты (Япония)



The Robot Suit Hybrid Assistive Limb (HAL)  
компания Cyberdyne

Адаптивная система управления, получая биоэлектрические сигналы, снимаемые с поверхности тела человека, вычисляет, какое именно движение и с какой мощностью собирается произвести человек.

На основе этих данных рассчитывается уровень необходимой дополнительной мощности движения, которая будет сгенерирована сервоприводами экзоскелета. Быстродействие и реакция системы таковы, что мышцы человека и автоматизированные части экзоскелета двигаются совершенно в унисон.

HAL-5 , 23 кг, 1.6м

2.5 часа работы

Усиливает силу от 2  
до 10 раз

Серийный выпуск с  
2009 г.

# Экзоскелеты (Япония)



Honda Walking assist – выпуск с 2009 г.  
вес – 6,5 килограмма (включая обувь и литиево-ионный аккумулятор), время работы на одной зарядке – 2 часа.

Применение – для пожилых людей, облегчение труда рабочих на конвейере.



Экзоскелет для фермера (Токийский университет сельского хозяйства и технологий)





# Экзоскелеты (США)



Универсальный грузовой экзоскелет HULC (Human Universal Load Carrier exoskeleton) компании Lockheed Martin

Позволяет переносить до 90 кг груза на скорости до 15 км/ч. Питание – 72 часа от топливных элементов.

Бортовой компьютер, контролирует группу сенсоров, установленных в разных частях устройства. Он помогает экзоскелету держать равновесие и правильно распределять усилия на гидравлические приводы.

Компания Raytheon с 2000 года ведет работы над проектом роботизированного экзоскелета по заказу военных. Экзоскелет увеличивает силу сидящего внутри него человека в 20 раз!

Питание пока только внешнее...



# Экзоскелеты



Компания [Rex Bionics](#) (Новая Зеландия) создала экзоскелет Rex (сокращение от Robotic Exoskeleton) в расчёте на то, что он дополнит привычные инвалидные коляски: машина помогает ходить человеку, не способному самостоятельно даже стоять на ногах.

Российский армейский экзоскелет «Боец-21» работы по его созданию планируется завершить к 2015 году



# Соревнования DARPA Grand Challenge 2005

- 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



# Соревнования DARPA Urban Challenge 2007



3 ноября 2007 года в местечке Викторвилль (Victorville, Калифорния)

Участвовало 23 команды

5 машин пришло к финишу

Автомобили должны были преодолеть сложный городской маршрут: и всё полностью самостоятельно, без вмешательства человека.

Победитель - машина Boss (построенная на основе Chevrolet Tahoe в университете Карнеги-Меллона ) преодолела городскую дистанцию длиной около 90 километров за 4 часа. Средняя скорость составила примерно 22 километра в час.

Использовался лазерный лидар – 64 лазера, 1 млн. точек/сек

# Соревнования MAGIC 2010

Международный турнир боевых роботов MAGIC 2010, организуемый Пентагоном, состоится в ноябре 2010 на юге Австралии.

Отобрано 12 команд из 5 стран — Австралии, Канады, США, Турции и Японии.

Автономные наземные аппараты проявят себя в военных операциях и миссиях спасения в меняющейся городской обстановке.



Роботы должны исследовать окружающую среду, строить подробные карты местности, планировать маршруты и совместные действия, распознавать и классифицировать все потенциальные угрозы.

“В то время как дистанционно управляемые роботы уже используются в боевых условиях, мы нуждаемся в разумной, обладающей искусственным интеллектом и полностью автономной системе, которая будет способна превзойти человека в выполнении задач разведки и наблюдения”, - подчеркнул заместитель министра обороны Австралии Грег Комбет.

# Первые Международные Олимпийские Игры человекоподобных роботов

Первые Международные Олимпийские Игры человекоподобных роботов (International Humanoid Robot Olympic Games) прошли в июне 2010 года на северо-востоке Китая в городе Харбин.

Предполагалось участие около 100 университетов из 20 стран.



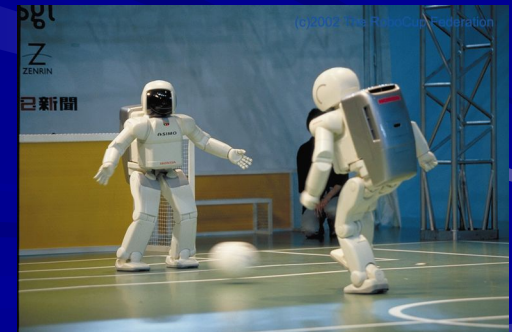
К соревнованиям допущены исключительно андроиды в "человеческом виде": с двумя ногами и двумя руками. Никаких колёсных роботов.

Машины соревновались в 16 "видах спорта", разбитых на пять категорий. В их числе лёгкая атлетика, игра с мячом, борьба и танцы.

Кроме того, среди роботов определилась наилучшая домашняя прислуга (тут, к примеру, подразумеваются уборка и оказание медицинской помощи).

# 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)"



# Соревнования «Мобильные роботы»

- Институт механики в МГУ им. М.В. Ломоносова, МГУПИ
- Соревнования с маяками, движение по полосе





# Соревнования EUROBOT



Eurobot - крупнейшие ежегодные соревнования роботов в Европе ([EUROBOT]). Каждый год в них принимают участие сотни команд. Считается, что подобные соревнования позволяют превратить изучение сложной техники в увлекательную игру.

В России соревнования Eurobot проводятся с 2007 года, в них принимают участие студенческие команды из различных ВУЗов.

# Открытый робототехнический турнир на кубок Политехнического музея



Политехнический музей (г. Москва) с 2009 года ежегодно проводит Открытый робототехнический турнир, в состав которого включены соревнования полностью автономных роботов.

Последний турнир, прошедший в январе 2010 года стал самым крупным соревнованием такого рода, проходившим в России. В нем приняли участие более 400 участников, которые представили 138 роботов.

# Тенденции развития

- В ближайшее десятилетие следует ожидать широкое распространение бытовых роботов.
- К 2025 году японский рынок роботов достигнет годового объема в 8 трлн. иен (\$70 млрд.)
- Власти Южной Кореи поставили перед собой амбициозную цель: к 2020 году роботы должны быть в каждом доме. На сегодняшний день самыми известными корейскими человекоподобными машинами являются андроид HUBO и девушка-робот EveR.
- Представители службы национальной разведки США полагают, что к 2025 г. злоумышленники будут активно применять роботов — к тому времени на рынке появится множество недорогих наземных и воздушных автономных устройств.
- В случае нарастания напряженности в мире полностью автономные боевые системы могут быть созданы уже в ближайшие 30-40 лет (а может быть и раньше...).
- Существует потенциальная опасность утраты человеком контроля над применением средств поражения в результате принятия на вооружение полностью автономных боевых систем. Последнее, кстати, рассматривается Пентагоном в качестве одного из приоритетов.

# Роботы уже пришли



Сегодня мы живем в стремительно изменяющемся мире, неотъемлемой частью которого будут роботы, обладающие искусственным интеллектом. Мы не можем остановить эти изменения, но в наших силах направить их для улучшения жизни человека.