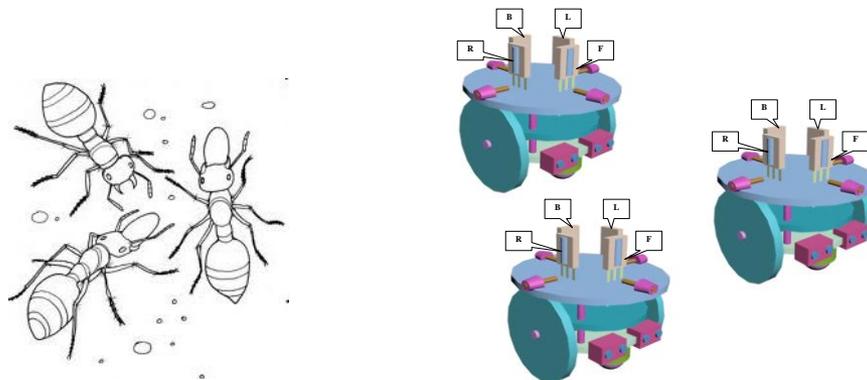


Карпов В.Э.

# Природоподобные технологии в робототехнике



Отделение нейрокогнитивных наук и интеллектуальных систем,  
Лаборатория робототехники

[karpov\\_ve@nrcki.ru](mailto:karpov_ve@nrcki.ru)

# Преамбула. История. Проблемы. Постановка задачи

Основная цель – создание универсального механизма, помощника человека.

## Шаг 1. Объединение ИИ + Робот

= > Интеллектуальный робот

ИР = подсистема восприятия + ИС + подсистема действия



## Шаг 2. Конвергенция. Природоподобные технологии

- **Биоподобные органы чувств робота.** Сенсорика (иск. кожа, зрение и проч.)
- **Биоподобная морфология робота.** Способы перемещения, мышцы.
- **Биоэнергетика.** Энергетическая автономность, энергия окружающей среды.
- **Биоинспирированные архитектуры.** Архитектуры СУ, реализующих принципы организации мозга животного.
- **Групповое, в т.ч. – социальное, поведение роботов.** Создание сообществ роботов.
- **Человеко-машинный интерфейс с БОС.** Новая эргономика и когнитивные механизмы взаимодействия.

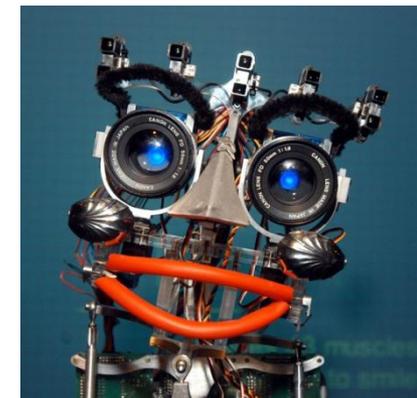
# Замечание. Биоподобие и антропоморфность в робототехнических системах

- Сегодня антропоморфность считается далеко не обязательными. Под роботом теперь понимают практически любое автономное (зачастую – и не только автономное) устройство.



## Техническая целесообразность антропоморфности

- (1) Робот – это устройство, которое должно ассистировать, помогать человеку => система, которая должна функционировать в привычной человеку среде обитания.
- (2) Антропоморфность – это способ организации диалога человека с роботом. Интерфейс общения должен быть естественным, понятным, человеку. Реакции робота должны быть интерпретируемыми в такой же «человеческой» форме.



# Задача №1. Индивидуальное поведение в плохообусловленных средах

Сложная, слабоформализуемая среда. Неполнота и противоречивость информации. Противоречия в мотивации, критериях, командах и проч.

Необходимо:

- описать характер поведения робота
- диагностировать его состояние
- иметь некий общий функционал/критерий качества поведения

## Психология. Эмоции и темперамент роботов

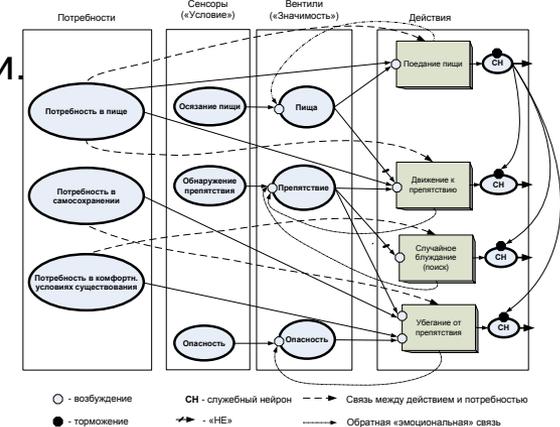
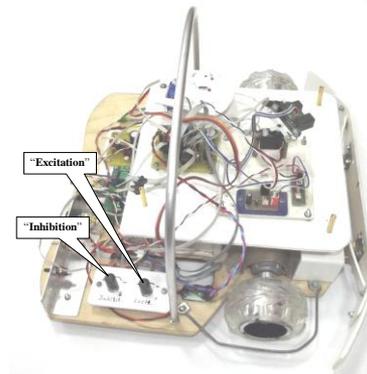
Эмоции:  $E=f(N, p(I_{need}, I_{has}))$

Темперамент. 2 фактора: сила и баланс нервных процессов возбуждения и торможения.

Роботы – сангвиники, холерики, флегматики и меланхолики.

**Самосознание, субъективное “Я” и модели мира**

Простейшая реактивная система:  $R(t+1) = M_a R(t)$



# Эмоции в робототехнике. См. дальше.

Основная задача - создание эффективного человеко-машинного **интерфейса**, удобной, **комфортной** среды общения. **Внешняя** имитация эмоций и некоторых психических процессов.

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

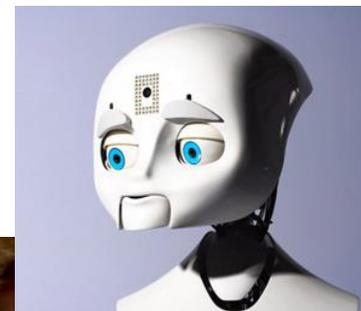
Вес - 33 кг., высота - 1,3 м. 51 пневматическим привод, микрофоны, видеокamеры, 200 тактильных датчиков.



-----  
**Проект Nexi** (Массачусетский технологический институт)  
-----

**Задачи:**

- Комфортный интерфейс
- Задачи обучения



## Задач №2. Групповая робототехника

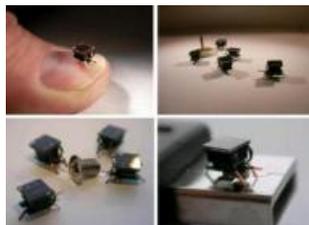
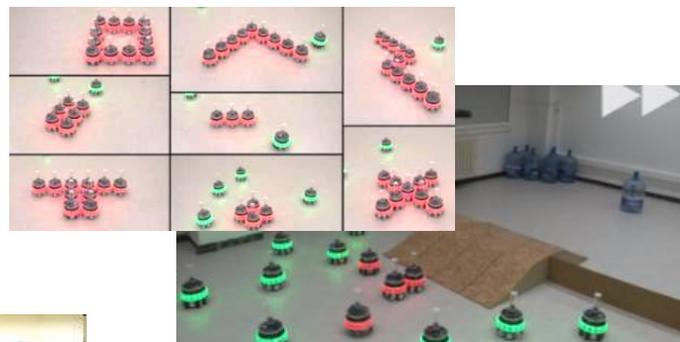
- Патрулирование, мониторинг, разведка, картографирование...
- Групповая, роевая, стайная и проч. робототехника

Создание сложной системы, состоящей из множества простых устройств:  
**надежность, гибкость, развитие,...**



### Типовые задачи

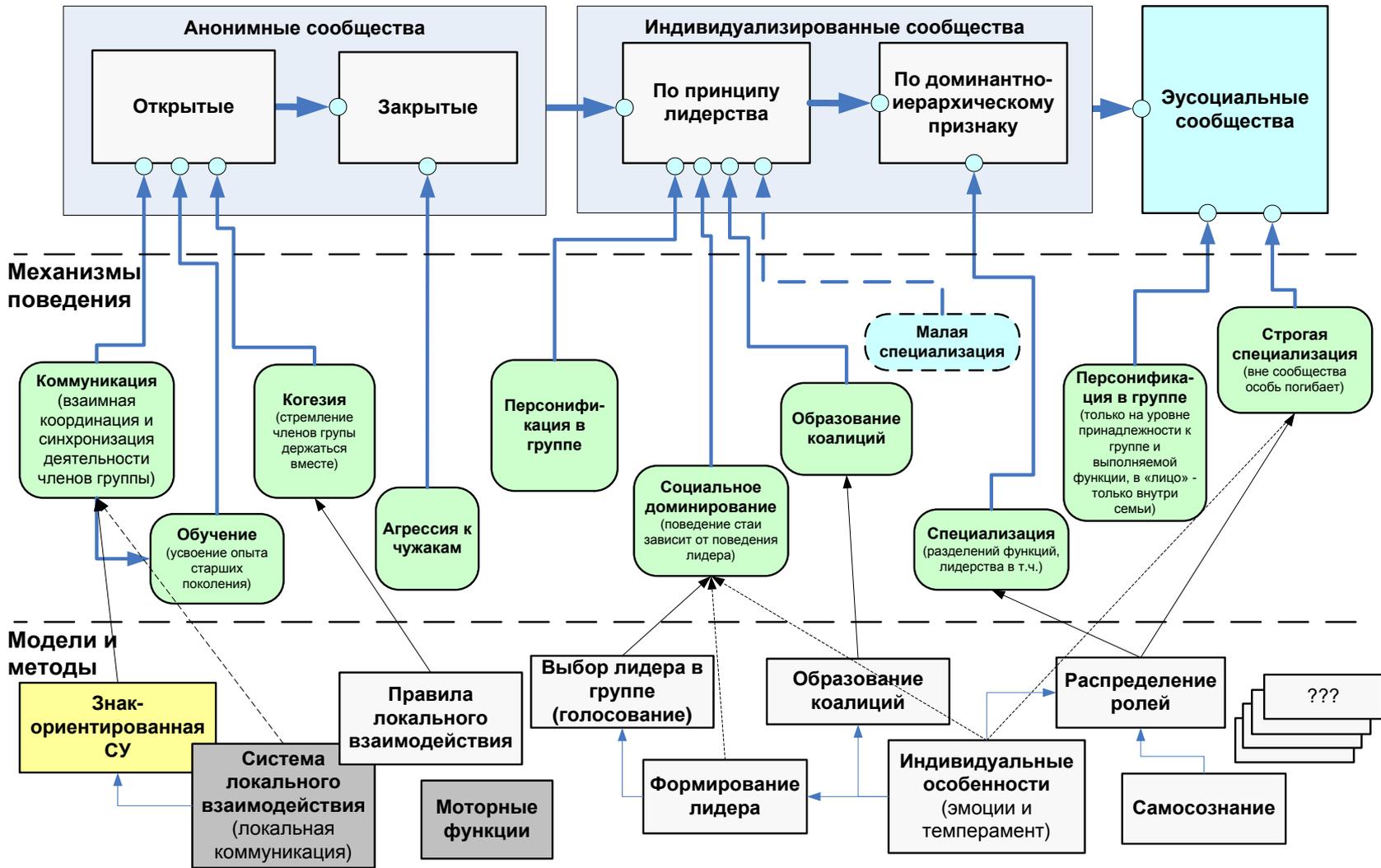
1. Агрегация
2. Распределение
3. Создание форм
4. Согласованное движение
5. Распределение задач (Опционально!)
6. Поиск источника
7. Коллективное фуражирование или транспортировка объектов
8. Коллективное картографирование



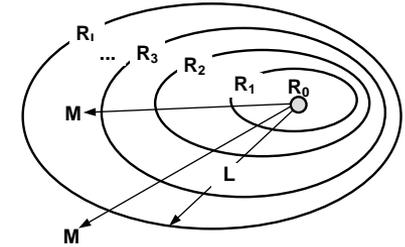
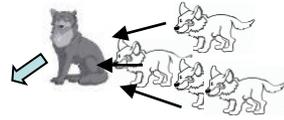
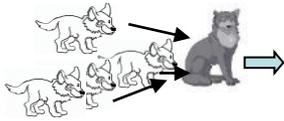
**Гипотеза: требуется изучение моделей социального поведения  
Социальные сообщества роботов**

# Модели социального поведения. От методов к социуму роботов

Типы сообщества



# Частные задачи. Лидерство. Голосование. Роли. Общение



Дано: Множество агентов, способных лишь к непосредственному локальному взаимодействию между соседями

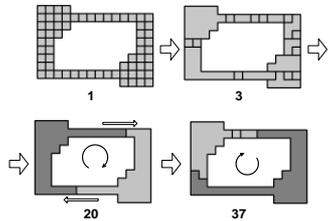
Задача: выбрать **единственного** лидера путем голосования.

## Процедура голосования

- каждый агент определяет, за кого голосуют его соседи.
- агент может **поменять** свое мнение и проголосовать за того же кандидата, что и его сосед.

## Распределение задач. Дифференциация в группе

Для сложных задач требуется дифференциация функций - распределение задач между роботами.



## Язык роботов



## Подражательное поведение

# Задача. Управление ТС

## 1. Универсальный водитель. Неподготовленные машины

- Антропоморфность конструкции робота-водителя
- Очувствление: Оператор <==> Робот



## Управление и принятия решений в условиях большого потока данных



- Диагностика состояния системы
- Анализ окружения
- Принятие решения
- Оперативное управление

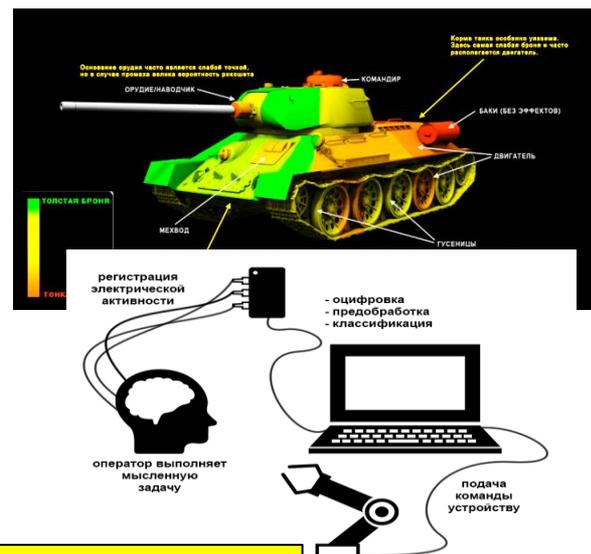


## Нейроинтерфейсы «мозг-компьютер»

- «Прямая» передача сообщений и команд от мозга.
- Выявление паттернов команд.

## Биологическая обратная связь (БОС)

- Тактильная/гаптическая обратная связь
- Интерфейсы глаз-компьютер (ИГК)



**Погружение оператора в контур управления**

# Задача. Энергетическая автономность

«Простая» задача: техническое устройство должно автономно функционировать в естественных природных условиях.

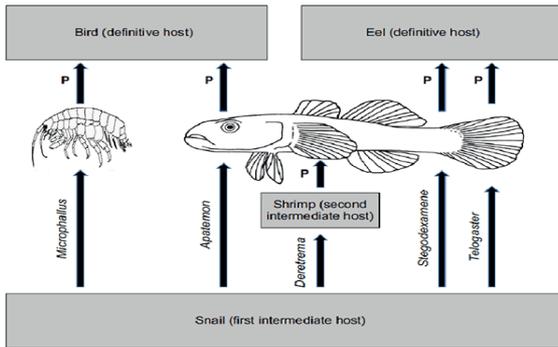
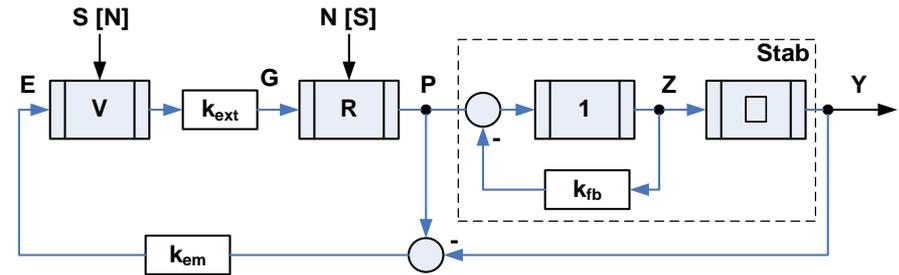
- Биоэнергетика. Переработка биомассы.
- Эффекторы. Прямое преобразование энергии в движение (аналоги биомышц)
- Сенсорика (специфичные органы чувств)
- Управление (специфика принятия решений)
- Групповое поведение. Совместное решение задачи (поиск, фуражировка, переработка)



# Биологически инспирированные архитектуры, модели и методы. Много неожиданного.

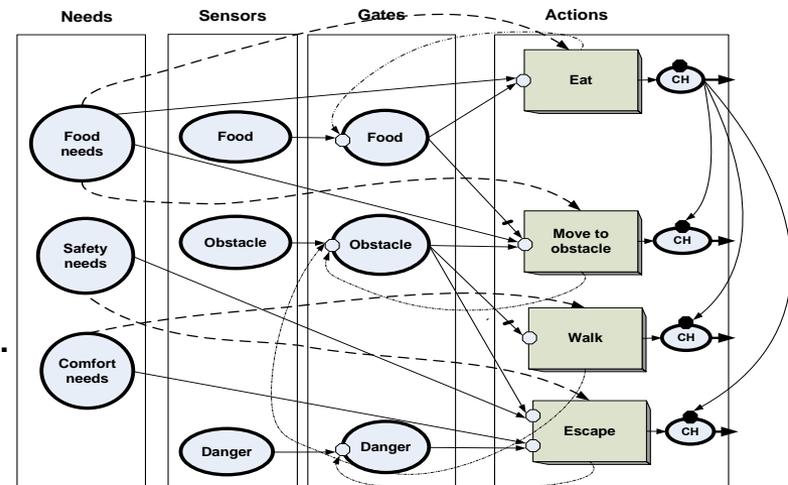
К чему приводит наличие эмоций и темперамента у роботов:

Создание психологического уровня управления поведением робота (темперамент).



Паразитическое манипулирование (зомбирование)

Шизофрения (расщепление сознания).



○ - excitation      CH - Service neuron      - - - -> Communication between action and need  
● - inhibition      -> - «NOT»      - - - - -> Emotional feedback

# Вместо заключения. 3 дополнительных аспекта биоподобия в робототехнике

- 1. Энергетический.** Человек, как тепловая машина: **125 Вт** (+ развиваемая мгновенная мощность). Потребляемая мощность полноразмерного андроидного робота - **400 Вт**.
- 2. Функциональный.** Мультимодальная сенсорная система, гибкость двигательной системы и моторики в целом, способность живых организмов к адаптации и изменению стратегий и тактик поведения.
- 3. Вычислительный.** Мозг человека, как ВУ, превосходит по эффективности современные ЭВМ в  $10^6 - 10^9$  раз. Потребляемая мощность мозга на пике когнитивной нагрузки составляет  $\approx 30$  Вт. Потребляемая мощность сравнимого по вычислительным возможностям компьютерного кластера - несколько **мегаватт**. Для электропитания даже сильно упрощенных физических моделей мозга человека требуются собственные энергетические мощности в объеме производимых **средними АЭС**.