

Методология Автономного Адаптивного Управления

бионический подход к построению
нейроподобных систем управления

Институт системного программирования РАН
Отдел имитационных систем - **AAC Lab**
www.aac-lab.com – версия на русском языке
<http://www.ispras.ru/groups/aac/aac.html> - Eng

д.ф.-м.н. А.А. Жданов
alexander.zhdanov@ispras.ru
109004 Москва, ул. Б. Коммунистическая, 25, ИСП РАН

Все живое в Природе обладает свойством адаптивности



- люди адаптируются друг к другу и к среде



- люди, животные и растения адаптируются



- и только создаваемые людьми вещи и приборы не умеют адаптироваться друг к другу

Почему ?!

Мы уверены, что каждый прибор можно научить адаптироваться к пользователю!

Наш девиз:

Адаптивные программы и приборы

Причины, по которым современные приборы и программы обладают одним общим свойством – блестящим отсутствием адаптивных свойств:

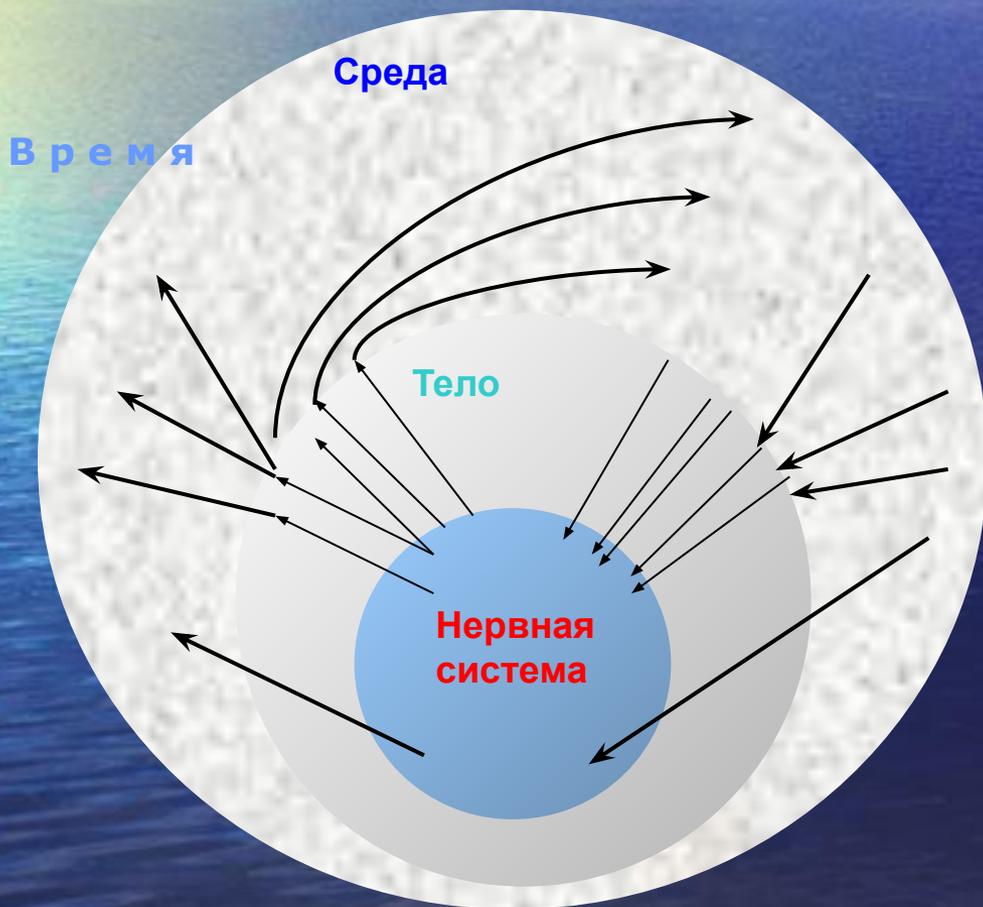
- многие разработчики никогда даже не думали о том, что приборы и программы могут быть адаптивными
- до сих пор не было подходящих методов и средств адаптивного управления

Наиболее эффективные адаптивные свойства демонстрируют нервные системы живых организмов

Разработанный нами метод Автономного Адаптивного Управления (ААУ) описывает способ построения систем управления, обладающих адаптивными свойствами нервных систем

Основные идеи метода ААУ

Устройство, принцип действия и целевые функции нервной управляющей системы вытекают из обще-системного представления



Три вложенных объекта:

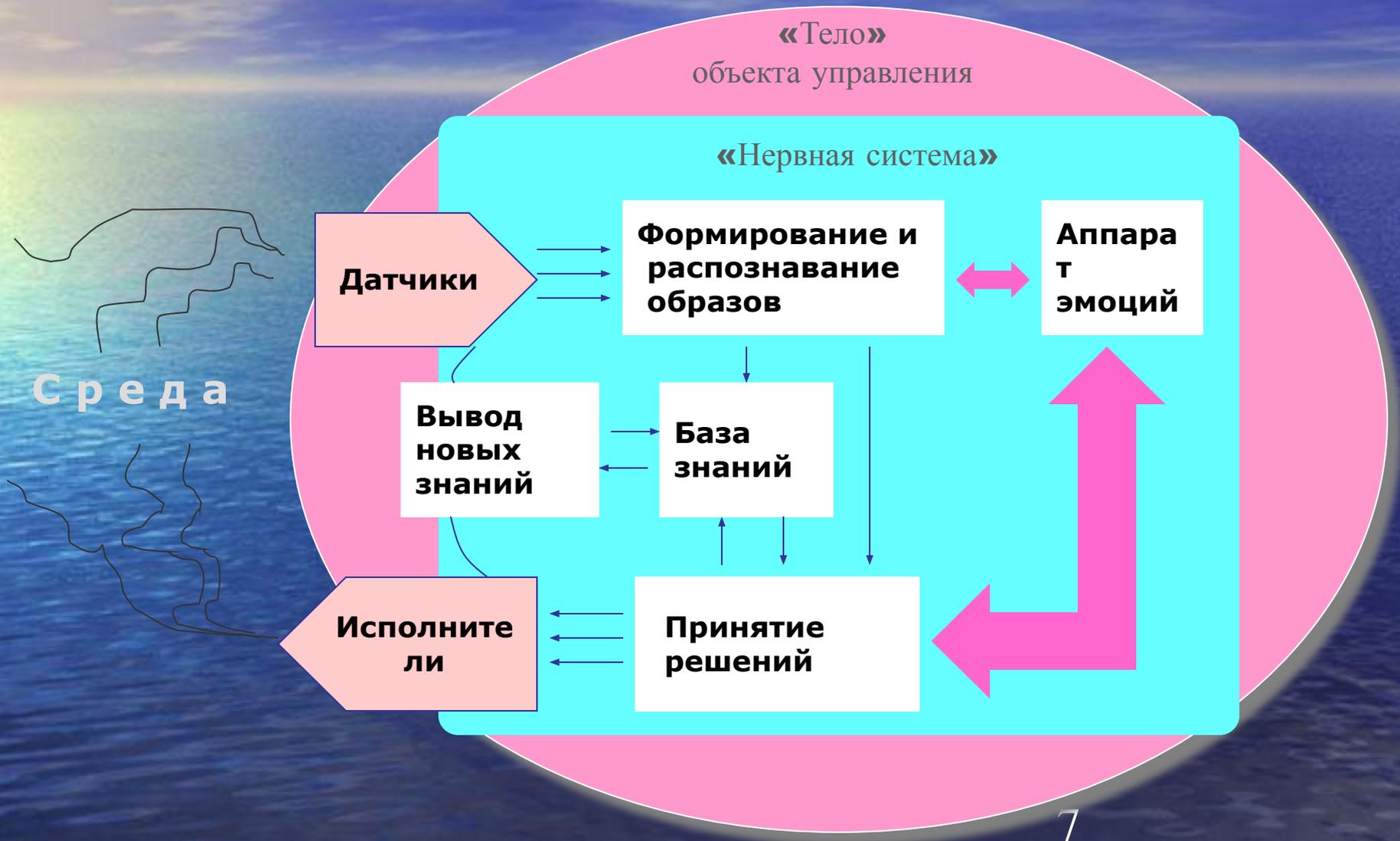
- Среда
- Тело организма – *объект управления*
- Нервная система – *управляющая система (УС)*

Две главные цели:

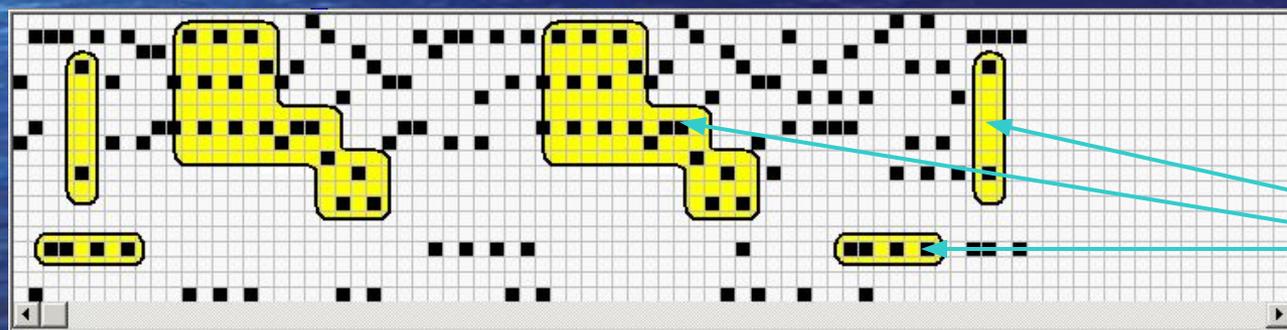
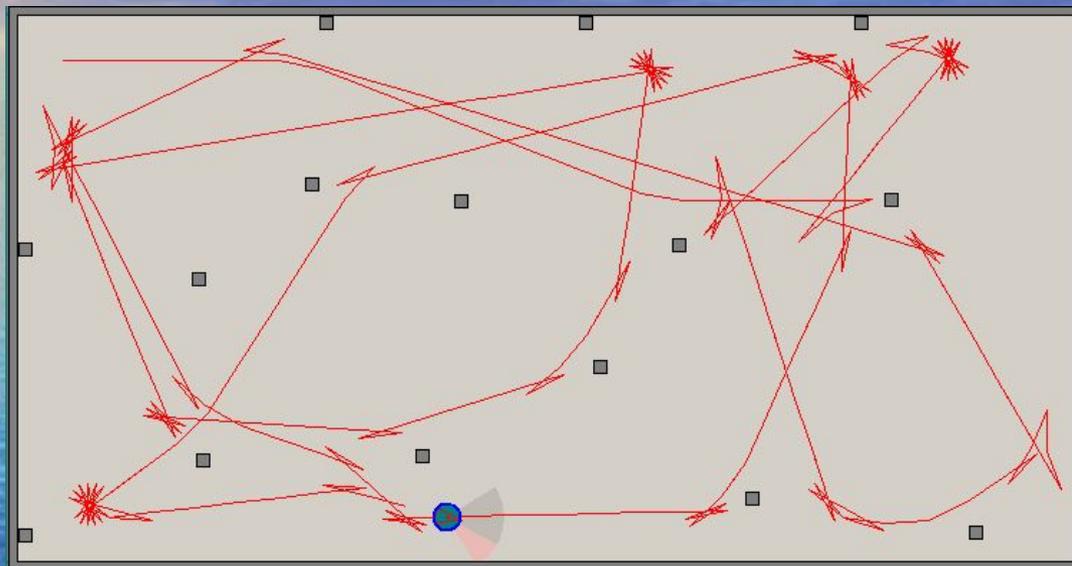
- **Выживание организма**
- **Накопление знаний**

Структура и функции «нервной системы» ААУ

(показаны только основные связи)



Движение некоторого организма (например, мобильного робота) по пространству с препятствиями наблюдается его нервной системой как временная последовательность бинарных показаний датчиков, в которой следует найти неслучайные конфигурации – образы



Сигналы датчиков

Образы

время

Основные задачи, решаемые «нервной системой» ААУ

Автоматическая
классификация

Генерация эмоций

Распознавание образов

Поиск
знаний

Вывод
новых
знаний

Представление
знаний в
Базе Знаний

Принятие решений

Аппарат эмоций

- важная многофункциональная подсистема, задающая мотивацию для нервной управляющей системы. Служит «учителем» для обучения

Каждый образ снабжается своей «эмоциональной» эмпирически найденной оценкой

Сумма оценок распознанных в текущий момент образов



текущее эмоциональное состояние

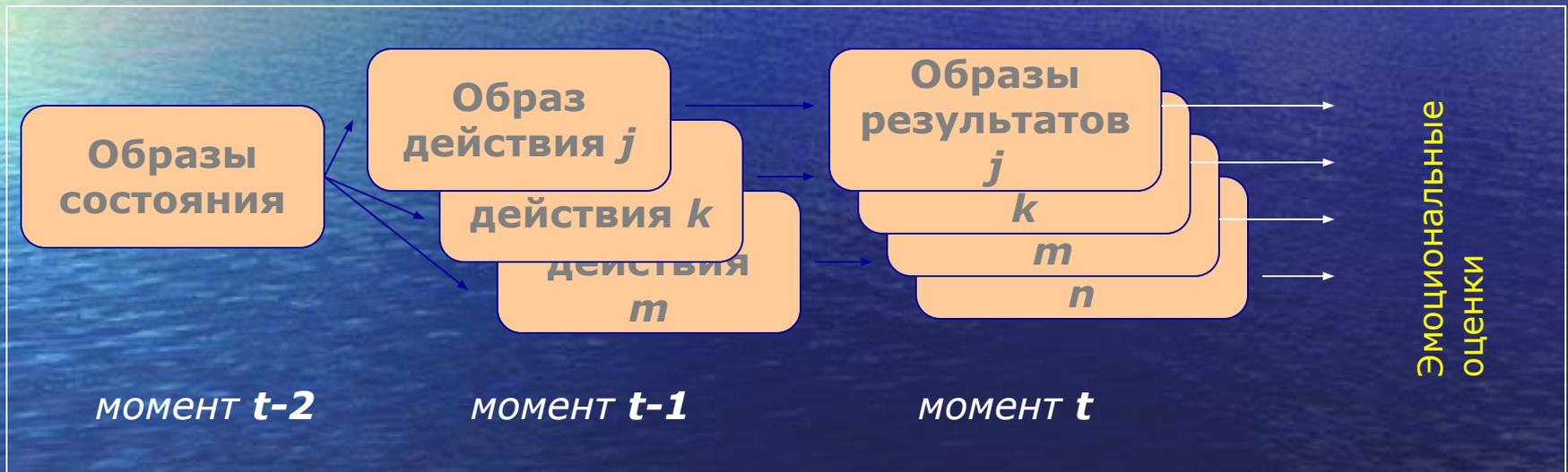
Универсальная «мотивация» всех автономных нервных систем – поднимать текущее эмоциональное состояние

Способ достижения – воздействие на среду

База Знаний

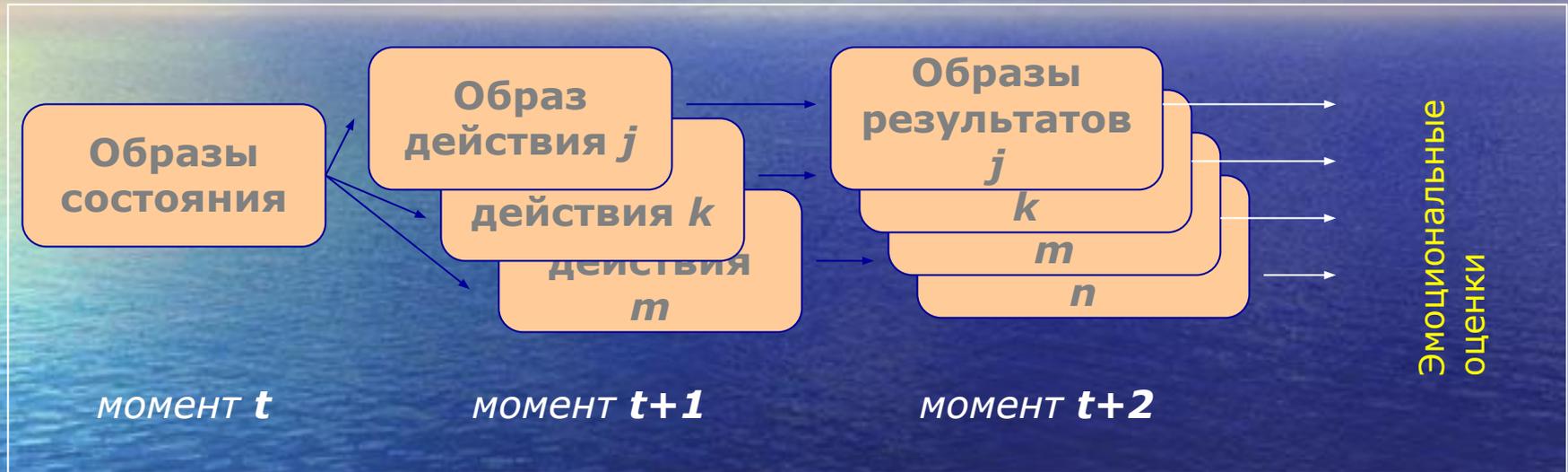
База Знаний складывается из множества структурированных эмпирически найденных элементарных знаний

Элементарное знание



Принятие решений

- основано на предсказании распознавания образов посредством элементарных знаний



Распознавание текущих условий – образов и эмоциональных оценок

Упреждающее распознавание - прогнозирование возможных действий и их следствий – образов и эмоциональных оценок



Основание для принятия решений

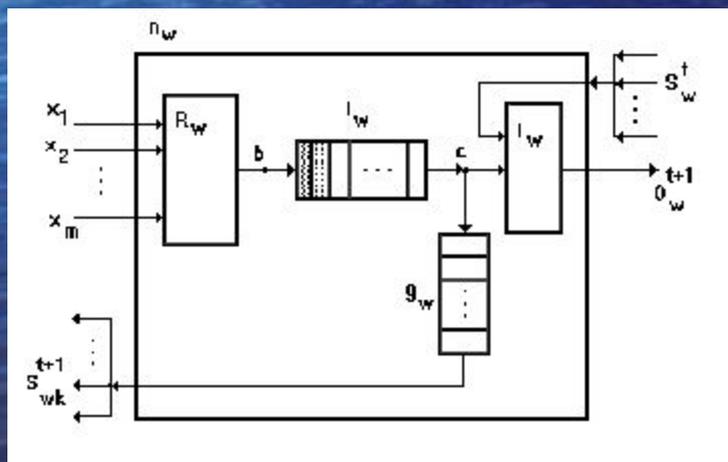
Нейроноподобная реализация автономных адаптивных систем управления

Подсистемы управляющей «нервной системы» робота состоят из специальных сетей нейроноподобных элементов

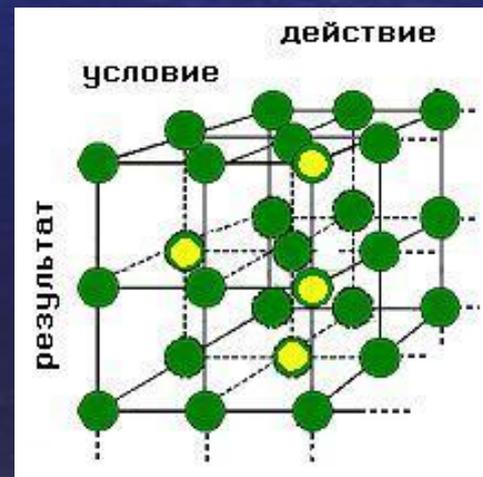
Задача каждого отдельного «нейрона»:

- самостоятельно найти коррелирующие входные сигналы (сформировать «образы») и
- распознавать знакомые «образы» в потоке входных сигналов.

Отдельный «нейрон»



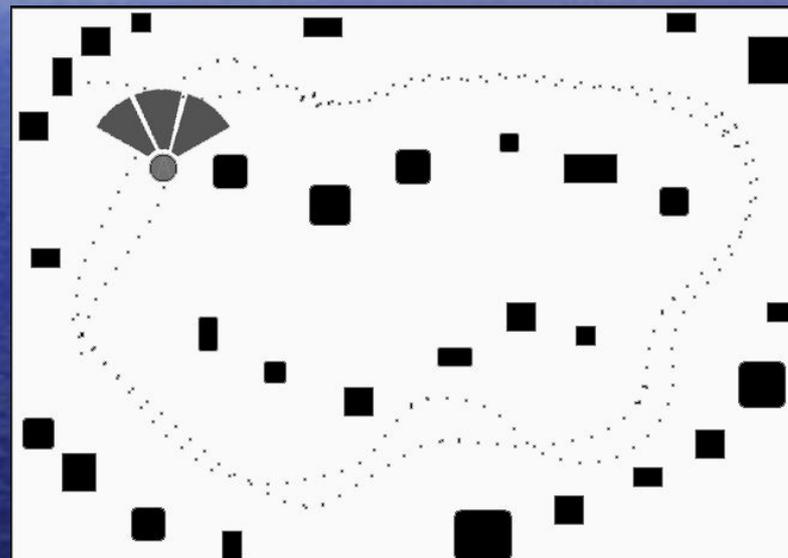
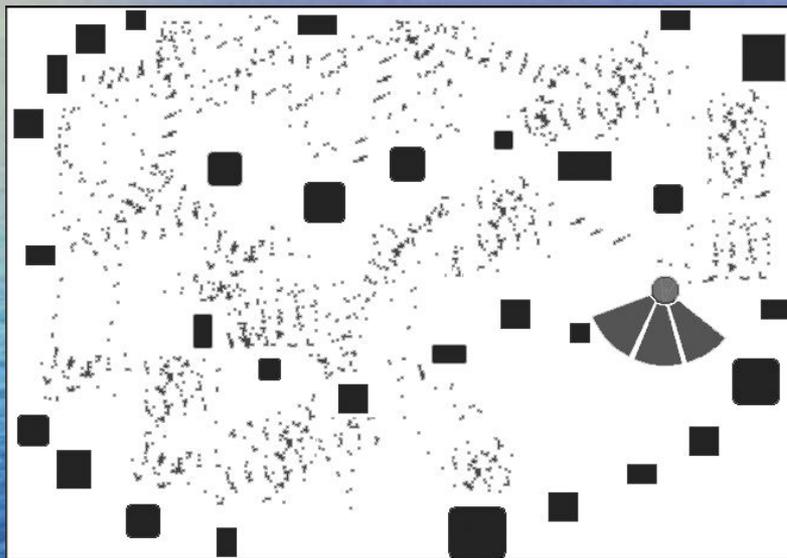
Фрагмент Базы знаний из «нейронов»





Примеры практических приложений системы ААУ

Адаптивное управление мобильным роботом



Подобно ребенку, впервые севшему на велосипед, робот познает свойства препятствий и самостоятельно учится объезжать их без ДТП, постепенно повышая мастерство вождения

AdCAS - Система автономного адаптивного управления активной подвеской автомобиля

приспосабливаясь к свойствам автомобиля, повышает плавность хода и устойчивость



Колебания автомобиля без системы AdCAS



Плавное движение автомобиля с системой AdCAS



Такую Базу Знаний автоматически нашла «нервная система» AdCAS



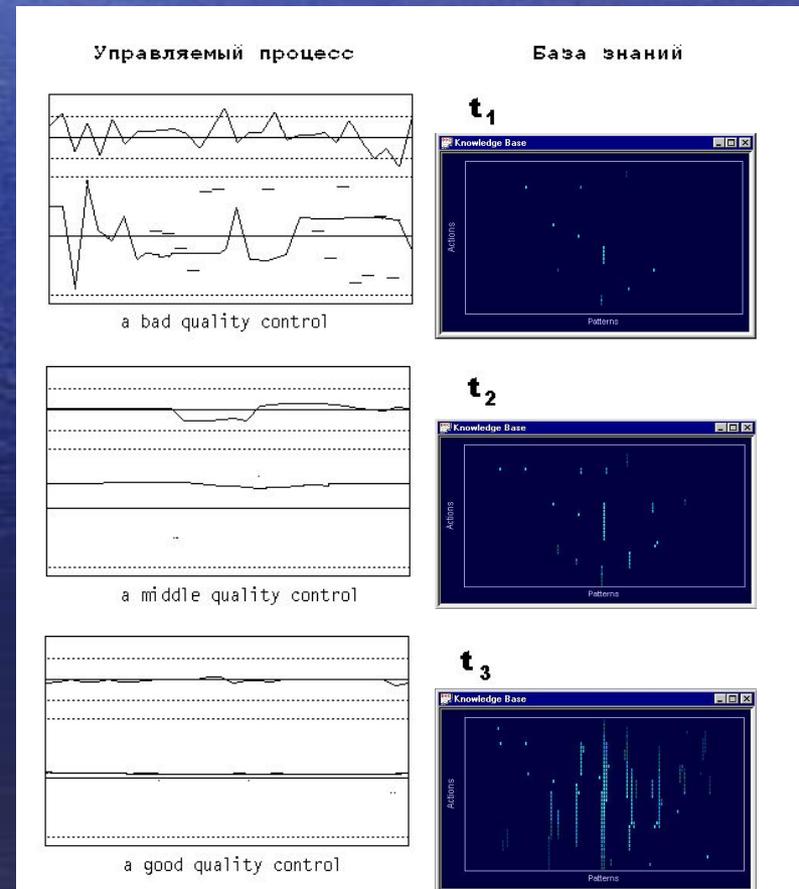
Pilot – Система автономного адаптивного управления угловым движением модели космического аппарата



Управляющая система автоматически адаптируется к изменяющимся свойствам спутника, поддерживая высокое качество управления

Подобным образом учится управлять начинающий пилот

Математическая модель объекта управления не используется



**Покажите нам Ваш объект, и
мы скажем, к чему и зачем
он может адаптироваться,
и как этого добиться**

alexander.zhdanov@ispras.ru