

# МИВАР

логический  
искусственный  
интеллект

---

Мультиагентные интеллектуальные системы

# План занятия



1. Понятия агента и мультиагентной системы
2. Мультиагентный подход
3. Интеллектуальный агент и окружающий мир
4. Мультиагентные интеллектуальные системы и окружающий мир
5. Структура агента
6. Методология проектирования мультиагентных систем

# Предпосылки к появлению мультиагентных систем



## ДО-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ РЕФЛЕКСЫ - SMART



Нейротехнологии (и подобные методы) подобны инстинктивным реакциям, рефлексам и т.п. Применяются, когда надо мгновенно выполнить некое действие (нейросети и генетические алгоритмы).

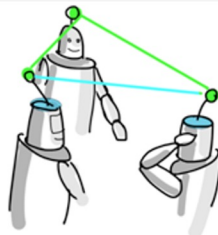
## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ЛОГИКА – WISDOM ЛОГИЧЕСКИЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ



Термин "интеллект" ближе к **логическому осознанному мышлению**, когда человек понимает что и как он делает. Это гораздо медленнее, чем рефлексы и реакции, но зато более универсально (**логические рассуждения**, обоснование и принятие решений, накопление и обработка информации).



## СВЕРХ-ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ СОЦИАЛЬНЫЙ



Неформализуемые и сложно формализуемые задачи, которые выходят за пределы "логического осознанного мышления", т.к. даже человек эти процессы не осознает (эмоции и т.п.)

# Мультиагентные системы



**Многоагентные системы (MAC, Multiagent Systems — MAS)** — это направление искусственного интеллекта, которое для решения сложной задачи или проблемы использует системы, состоящие из множества взаимодействующих агентов.

См. подробнее на [intuit](https://intuit.ru).

# Агент



➤ **Агент** – в общем смысле это любой объект способный действовать и воспринимать.  
Любой агент обладает следующими свойствами:

- **активность** – т.е. каждый агент способен к организации и реализации действия;
- **автономность** – относительная независимость от окружающей среды;
- **целенаправленность** – наличие собственных источников мотивации.



# Мультиагентный подход



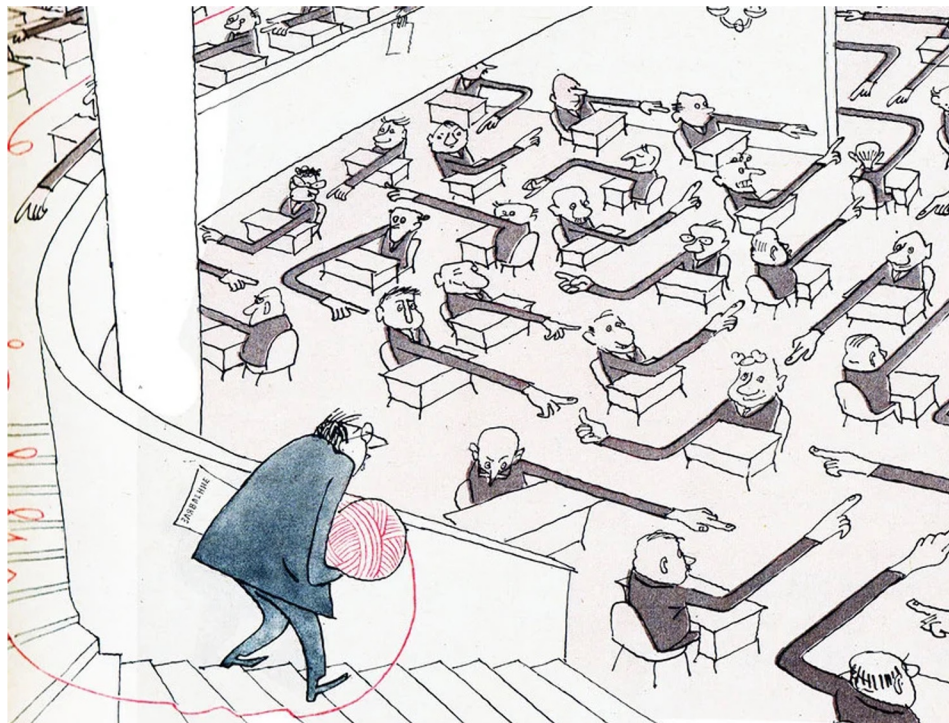
В основе мультиагентного подхода лежит понятие **мобильного программного агента**, который реализован и функционирует как самостоятельная специализированная компьютерная программа или элемент искусственного интеллекта.



# Мультиагентный подход



В первых (не компьютерных) мультиагентных системах агенты функционировали по принципам "бюрократической" организации.



# Мультиагентный подход



На смену системам, копирующим централизованную иерархию, пришли распределенные системы, в которых знания и ресурсы распределялись между достаточно "самостоятельными" агентами, но сохранялся общий орган командного управления, принимающий решения в критических или конфликтных ситуациях.



# Мультиагентный подход



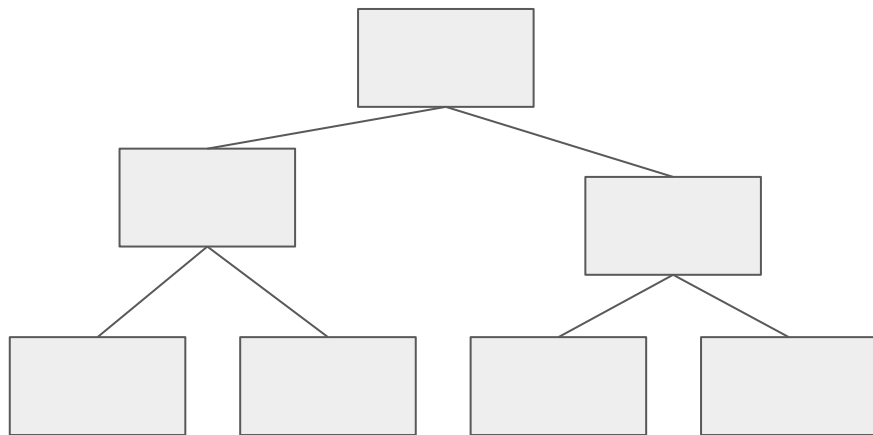
Дальнейшим шагом стала парадигма полностью децентрализованных систем, в которых управление происходит только за счет локальных взаимодействий между агентами.



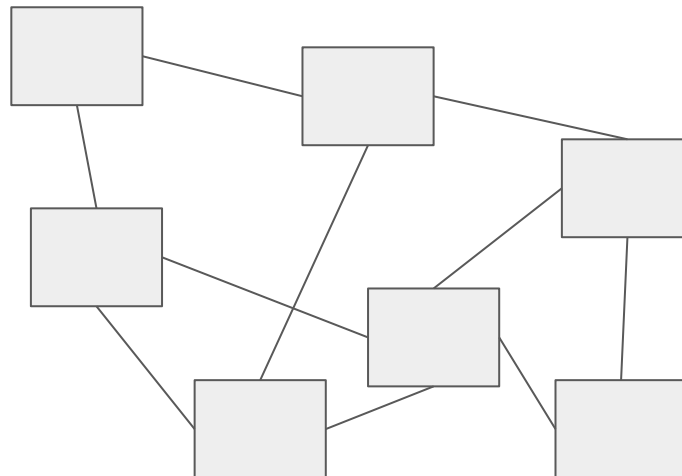
# Мультиагентный подход



Традиционная схема построения  
программной системы



Мультиагентная система



# Интеллектуальный агент и окружающий мир



Свойства интеллектуального агента в разрезе его взаимодействия с внешней средой:

- **реактивность** (англ. reactivity);
- **проактивность** (англ. ro-activeness);
- **социальность** (англ. social ability).

# Мультиагентные системы и окружающий мир



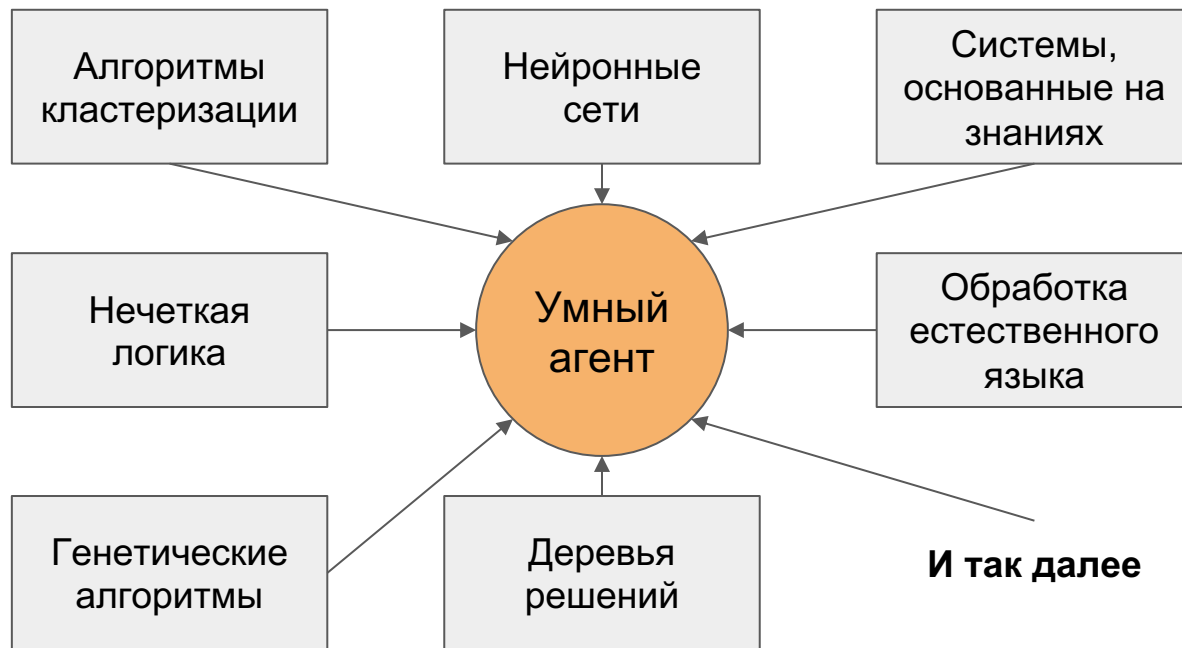
## МАС - это сложная система

Поэтому на функционирование МАС влияют:

- Автономные объекты внутри взаимодействуют между собой и с внешней средой;
- Агенты реагируют на изменение внутренней и внешней среды;
- Наличие динамически порождаемых структур взаимодействия автономных объектов;
- ХАОС, ПЕЧЕНЬКИ, МУР-МУР-КУКАРЕКУ!



# Области знания и технологии, используемые интеллектуальными агентами



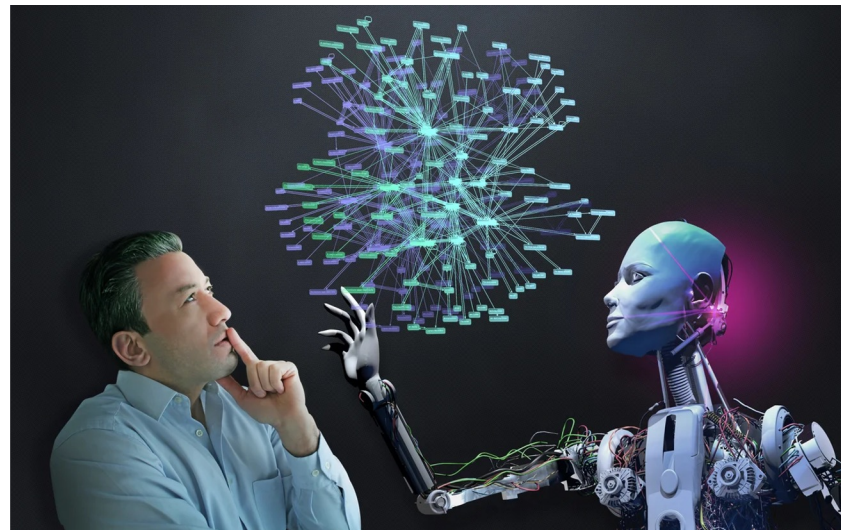
// Похоже на гибридную интеллектуальную систему?



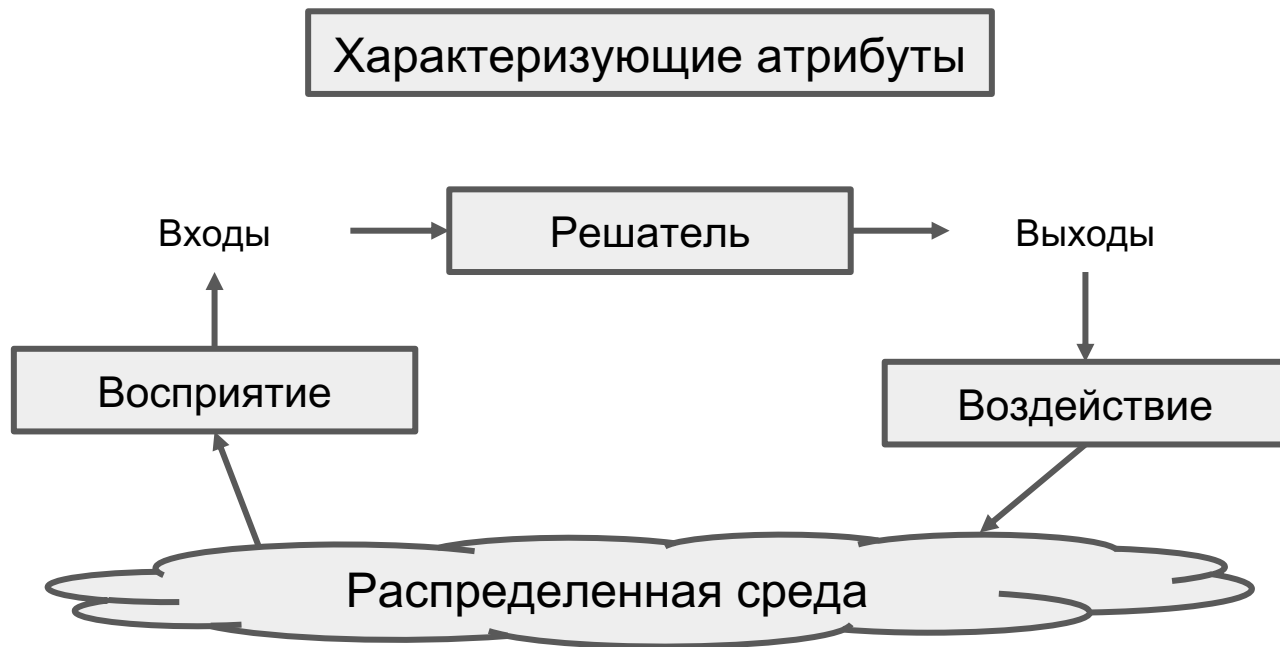
# Кооперация агентов



кооперация = сотрудничество + координация действий + разрешение конфликтов

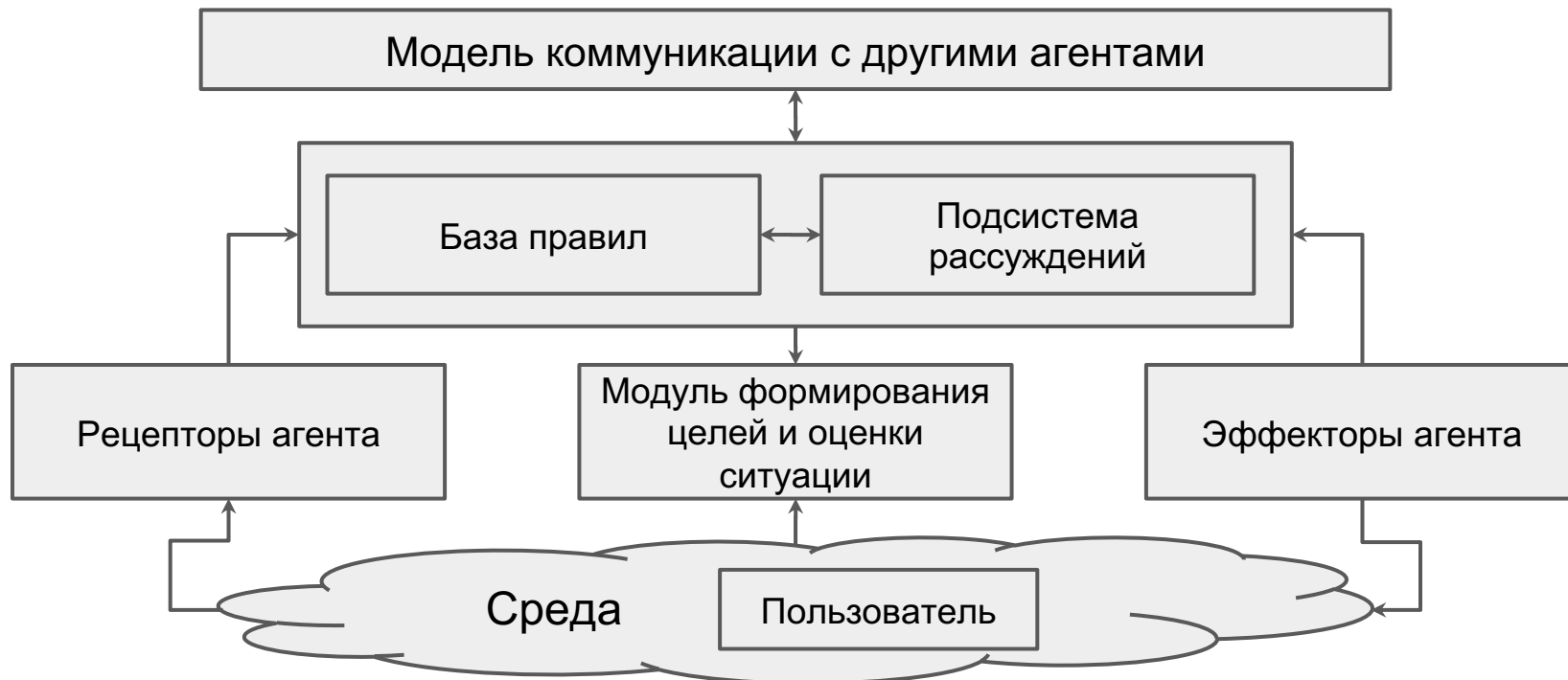


# Укрупнённая структура агента



// А это похоже на гибридную интеллектуальную систему?

# Пример архитектуры агента



// А может это похоже на гибридную интеллектуальную систему? =)

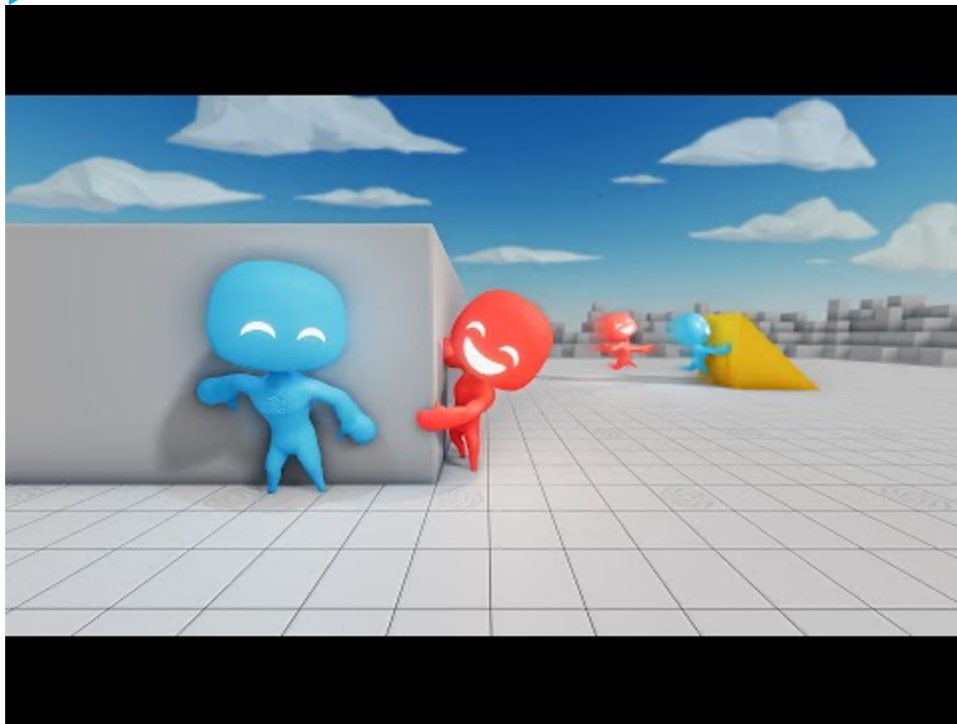
# Методология восходящего эволюционного проектирования МАС



**среда – функции МАС – роли агентов – отношения между агентами – базовые структуры МАС – модификации**

- формулирование назначения (цели разработки) МАС;
- определение основных и вспомогательных функций агентов в МАС;
- уточнение состава агентов и распределение функций между агентами, выбор архитектуры агентов;
- выделение базовых взаимосвязей (отношений) между агентами в МАС;
- определение возможных действий (операций) агентов;
- анализ реальных текущих или предполагаемых изменений внешней среды.

# Multi-Agent Hide and Seek



Мы наблюдали, как агенты открывают для себя все более сложное использование инструментов, играя в простую игру в прятки. Обучаясь в нашей новой моделируемой среде игры в прятки, агенты строят серию из шести различных стратегий и контрстратегий, некоторые из которых мы не знали, что наша среда поддерживает. Самоконтролируемая эмерджентная сложность в этой простой среде также предполагает, что мультиагентная коадаптация может однажды привести к чрезвычайно сложному и интеллектуальному поведению.

Подробнее: [openai.com](https://openai.com).



# Multi-agent learning & evaluation for open world games - Sam Devlin, Microsoft Research



**UK MULTI-AGENT  
SYSTEMS  
SYMPOSIUM**  
**SAM DEVLIN**  
**MICROSOFT RESEARCH**