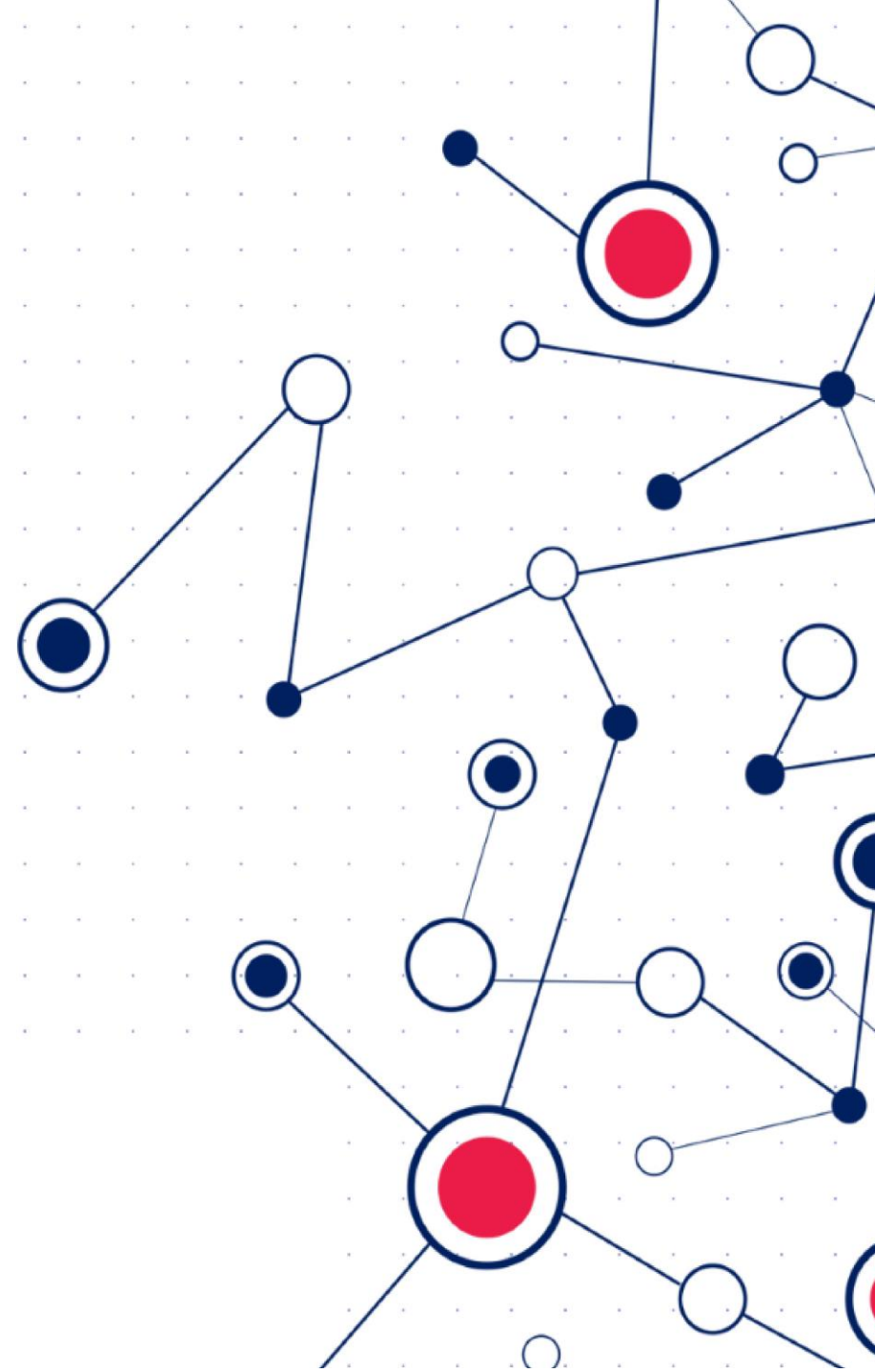


**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА –
ОСНОВА БУДУЩЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

д.ф.-м.н., проф., Дмитрий Свириденко
(ИМ СО РАН, НГУ)

ВВЕДЕНИЕ

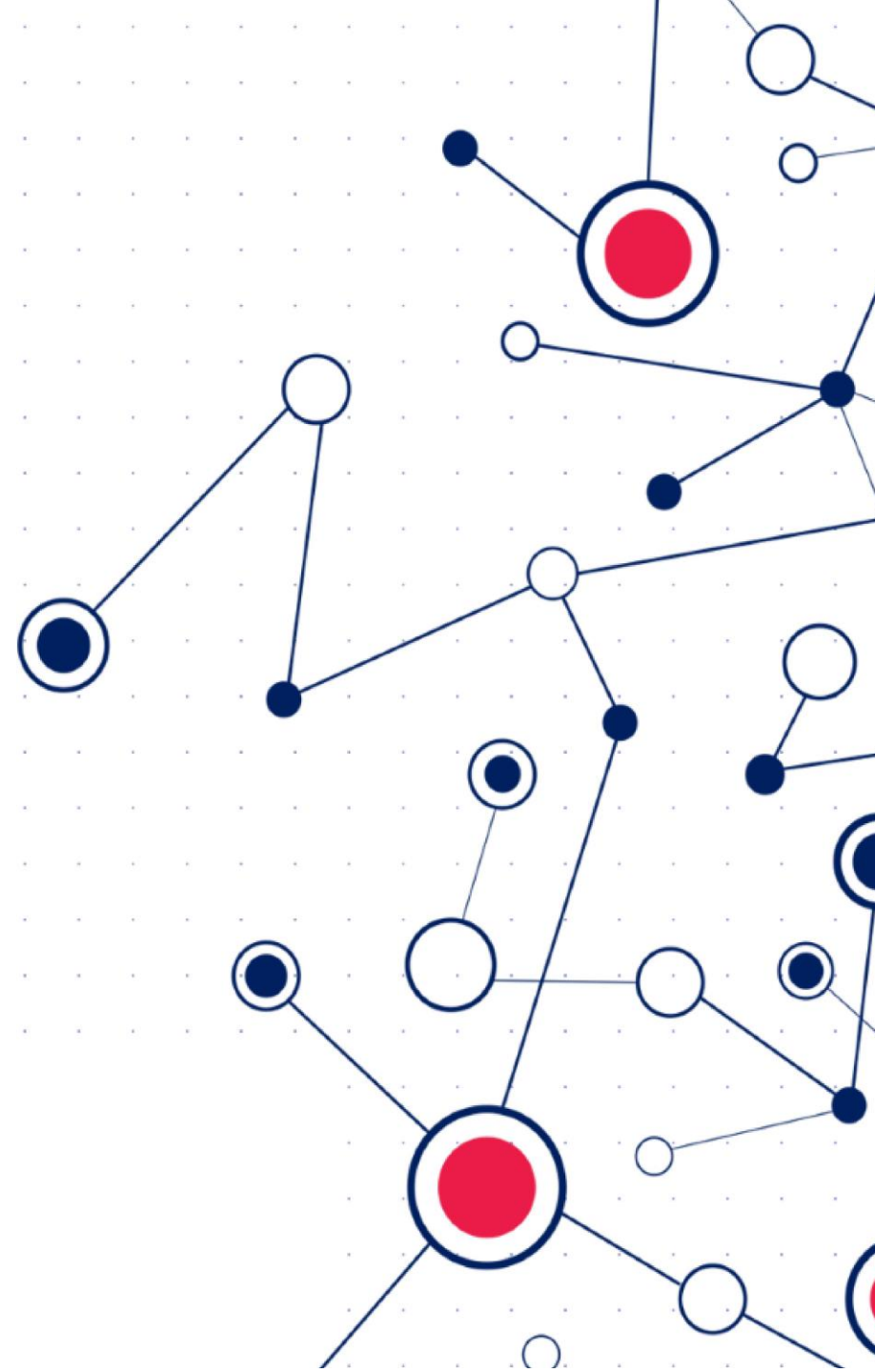




Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН – один из крупнейших и авторитетнейших математических центров в мире. Институт 1-й категории, **международный рейтинг А+**, имеет 28 лабораторий и филиал в г. Омске. В нем работает 374 человека, в т.ч. 305 научных сотрудников, среди которых 6 академиков РАН и 1 академик РАО, 5 членов-корреспондентов РАН, 8 профессоров РАН, 117 докторов наук и 143 кандидата наук.

- ❖ В **ИМ СО РАН** работают всемирно известные научные школы в таких областях, как *алгебра и логика, теория вероятностей и математическая статистика, вычислительная математика, математическое моделирование и прикладная математика, геометрия, топология и функциональный анализ, математический анализ, дифференциальные уравнения и математическая физика, теоретическая физика элементарных частиц и атомного ядра.*
- ❖ На базе Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН и НГУ в 2019 году создан **Математический центр мирового уровня.**
- ❖ В ИМ СО РАН создана и уже около 60-ти лет успешно работает **Сибирская школа искусственного интеллекта.**

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ)



Исходный мотив появления ИИ в середине 50-х годов XX столетия - ***раскрыть тайны устройства человеческого интеллекта с надежной возможностью его машинного воспроизведения***



ИИ – машинная система, способная решить любую интеллектуальную задачу, решаемую человеком

Современный же ИИ представляет собой, прежде всего, широкий спектр инженерных решений и приложений, облегчающих человеку выполнение разнообразных и достаточно узких задач



ИИ – это область знаний, рассматривающая разработку технологий, позволяющих вычислительным системам действовать таким образом, которое *напоминает* разумное поведение, в том числе, поведение человека.

*Международный терминологический
словарь по искусственному интеллекту*

Выбор решаемых современным ИИ задач диктуется, главным образом, **коммерческими интересами**



Искусственный Интеллект

```
graph TD; A[Искусственный Интеллект] --> B[Сильный ИИ (Strong AI)]; A --> C[Слабый ИИ (Weak AI)];
```

Сильный ИИ
(Strong AI)

- способный решить любую интеллектуальную задачу, решаемую человеком

Слабый ИИ
(Weak AI)

- способный решить отдельную конкретную интеллектуальную задачу или достаточно узкий класс задач

Пример:

Компьютерная программа, умеющая решать конкретную задачу распознавания образов и более ничего.

ТЕЗИС: СИЛЬНОГО ИИ НЕ СУЩЕСТВУЕТ!

ОБОСНОВАНИЕ: Тезис Черча, Теорема Райса, Теорема Геделя о неполноте, результаты С.С.Гончарова, индукционные теоремы К.Самохвалова и Е.Витяева, ...

**Сильный ИИ
(Strong AI)**

**Распознавание
изображений**

**Обучение с подкреплением
(Reinforcement Learning)**

Обработка текстов

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ



ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ (ИНС):

- Проблема «**катастрофическая забывчивость**» - сеть нельзя последовательно обучить нескольким задачам и, как следствие, сети не способны решать задачу по шагам, не могут работать в динамически изменяющихся средах
- Проблема «**переобучение**» - сеть «подгоняет» решение под уже имеющиеся данные, запоминая ответы вместо того, чтобы выводить закономерности во входных данных и находить решения за пределами обучающей выборки
- Проблема «**черного ящика**» - сложно понять, как сеть принимает решения и кроме конечного результата из нее практически ничего нельзя извлечь, даже статистические данные
- **Работа с ИНС** почти полностью ведется только на нескольких инструментальных нейронных платформах (около 50 видов разных нейронных сетей + бесплатные данные для обучения ИНС). Практически все платформы - **американские** (две основных - от Гугла и Фейсбука).

Искусственный Интеллект

```
graph TD; A[Искусственный Интеллект] --> B[Общий ИИ (AGI)]; A --> C[Узкий ИИ (Narrow AI)]; D[Narrow AGI?];
```

Общий ИИ
(AGI)

Narrow AGI

?

Узкий ИИ
(Narrow AI)

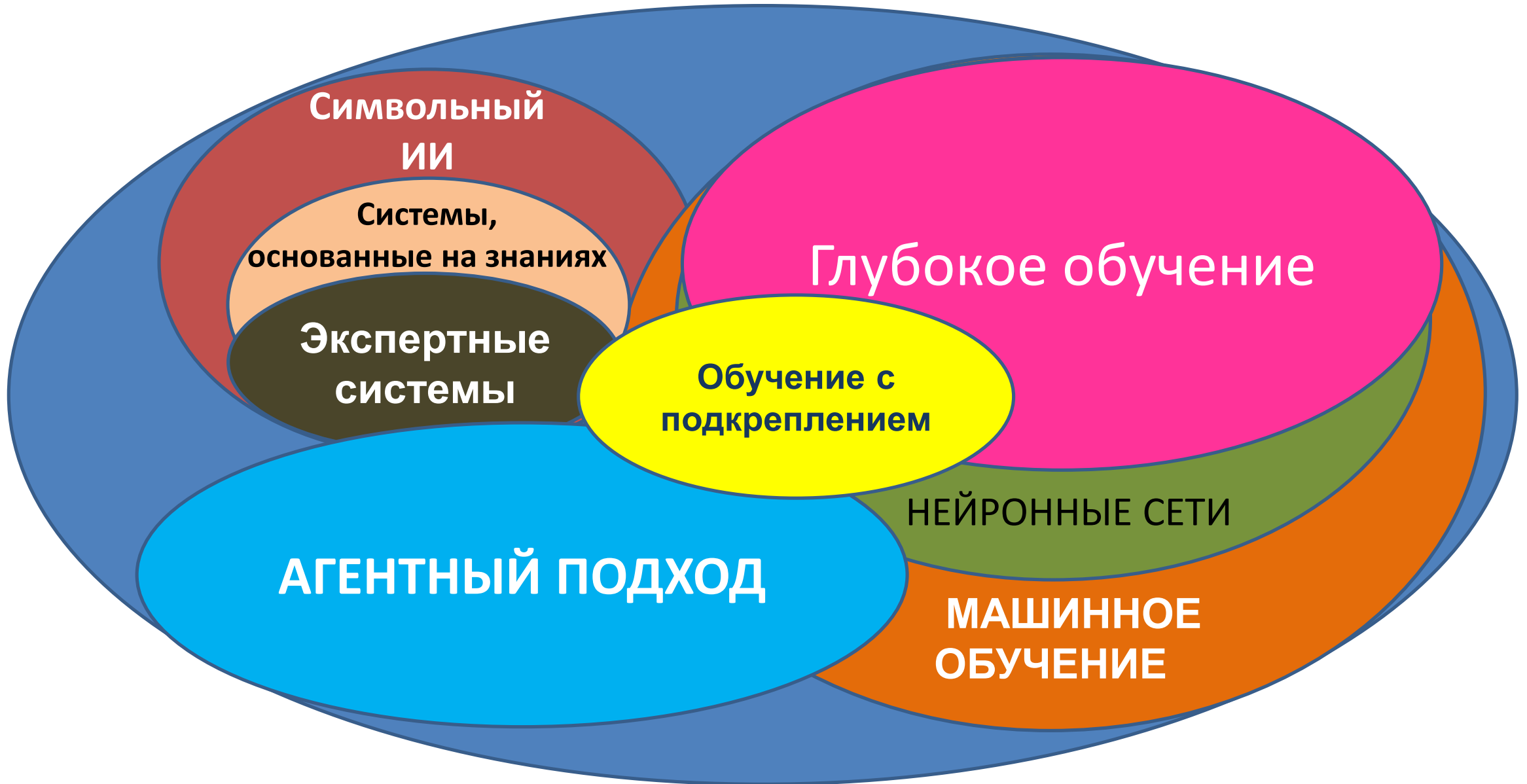
ИИ как рациональный агент, способный адаптироваться к своей среде, работая в условиях недостаточных знаний и ограниченных ресурсов

ИИ, способный решить отдельную конкретную интеллектуальную задачу или достаточно узкий класс задач

Пример:

Компьютерная программа, умеющая решать конкретную задачу распознавания образов и более ничего.

Структура узкого ИИ (Narrow AI)



Структура широкого ИИ (AGI)





«...мы должны создать собственные технологии и стандарты по тем направлениям, которые определяют будущее. Речь, прежде всего, об **искусственном интеллекте**, генетике, новых материалах, источниках энергии, цифровых технологиях. Убежден, мы способны достичь здесь такого же **прорыва**, как и в оборонной сфере. ...»


(Из послания Федеральному собранию РФ, 15 января 2020 г.)

Вопросы:

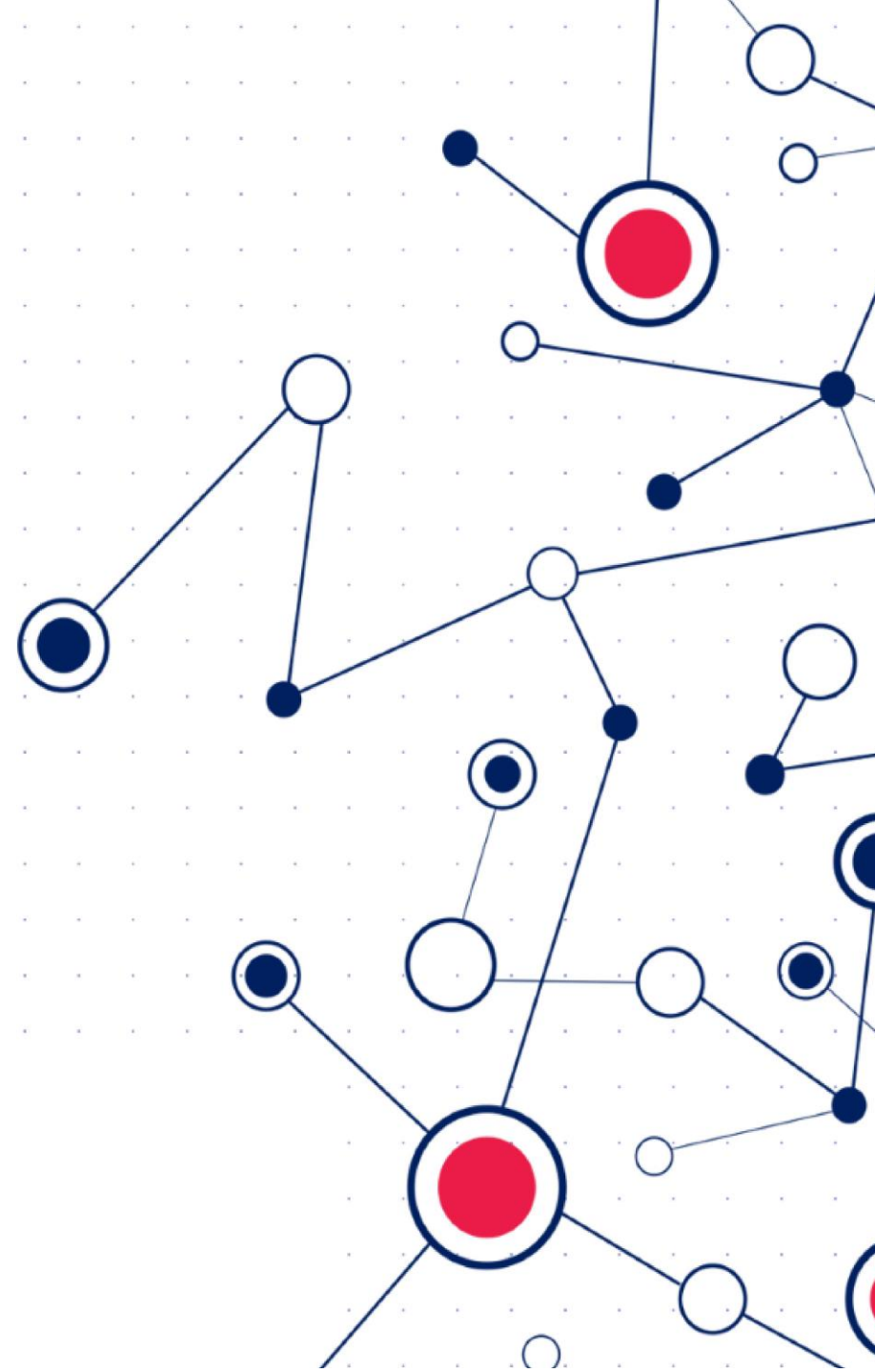
1. **ЧТО** понимать под «ПРОРЫВОМ» в ИИ?
2. **ГДЕ** и **КАК** искать этот «ПРОРЫВ»?

Вариант ответов:

1. **НАУЧНОЕ ПОНИМАНИЕ** того, как работает интеллект и как его можно воспроизвести на машинах!
2. Только в сочетании научных и инженерных аспектов изысканий с опорой на **ФУНДАМЕНТАЛЬНУЮ НАУКУ!**

АСПЕКТЫ ИИ	СОДЕРЖАНИЕ
Философия, методология	Задачный подход
Теории: <div> <input type="checkbox"/> математическая </div> <div> <input type="checkbox"/> Эмпирическая </div>	<p><u>Семантическое вероятностное моделирование</u> (матлогика&алгебра, теория вероятностей, семантический ХАИ, логико-вероятностное моделирование, индуктивный вывод, семантические нейронные сети, ...)</p> <p><u>Когнитивный анализ данных</u> (в т.ч. когнитивная архитектура, машинное и глубокое обучение, ТРИЗ, ...)</p>
Технологические платформы	Eyeline SDP/d0sl, Semantic Discovery, bSYSTEM, FRiS (FRiS.Net, FRiS-Pro), ...  проект DELTA
Приложения	Телеком, финтех, медицина, генетика, энергетика, ритейл, геология, экономика, робототехника, ...

ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД



ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД:

- ❖ Что такое задача?
- ❖ Почему возникают задачи?
- ❖ Почему мы должны решать задачи?
- ❖ Что значит решить задачу?
- ❖ Какие существуют задачи?
- ❖ Как и чем нужно решать задачи?
- ❖ ...

ЗАДАЧА:

- **СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ** предметной области (ПО);
- Множество **ЗАПРОСОВ**;
- **КРИТЕРИЙ** решения задачи;
- **КОНТЕКСТ** решения задачи (ПОЧЕМУ, ЗАЧЕМ (ЦЕЛЬ), ПОСЛЕДСТВИЯ, НАДЗАДАЧА, ПОДЗАДАЧИ, ...).

ЗАПРОС

КОНТЕКСТ

СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПО

КРИТЕРИЙ РЕШЕНИЯ

ОТВЕТ



Семантическая модель проблемной области

```
graph TD; A[Семантическая модель проблемной области] --> B[Знания]; A --> C[Прецеденты]; B --> D[Факты]; B --> E[Правила]; B --> F[Гипотезы]; B --> G[Семантика]; C --> H[«Запрос-ответ»]; C --> I[Данные];
```

Знания

Факты

Правила

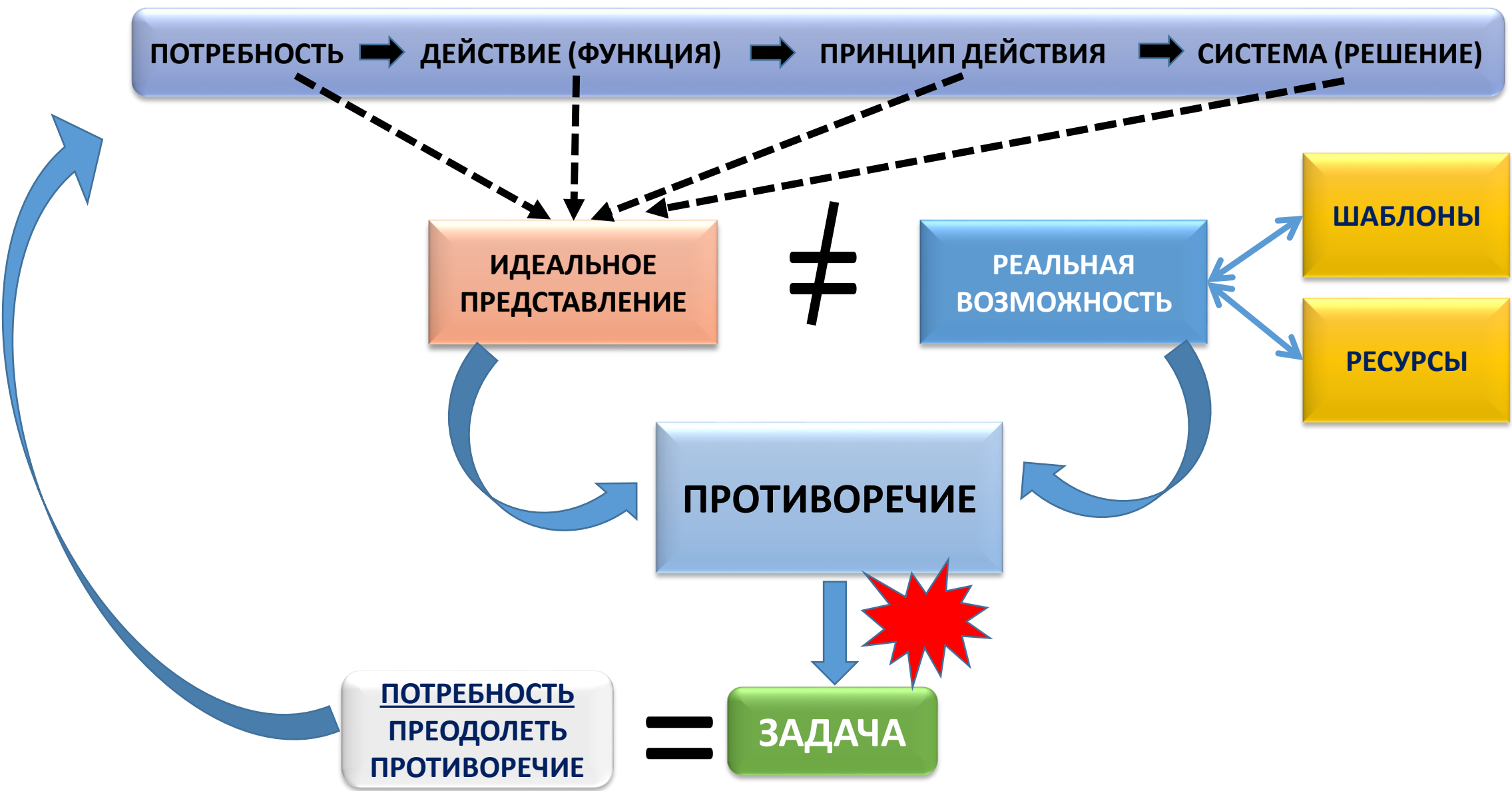
Гипотезы

Семантика

Прецеденты

«Запрос-ответ»

Данные



- ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТИ
- ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ
- **ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ**

- РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ:

?

- ОБОСНОВАНИЕ/ОБЪЯСНЕНИЕ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (АНАЛИЗ)

Семантическая модель проблемной области

```
graph TD; A[Семантическая модель проблемной области] --> B[Знания]; A --> C[Прецеденты]; B --> D[Факты]; B --> E[Правила]; B --> F[Гипотезы]; B --> G[Семантика]; C --> H[«Запрос-ответ»]; C --> I[Данные];
```

Знания

Факты

Правила

Гипотезы

Семантика

Прецеденты

«Запрос-ответ»

Данные

ПРЯМАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЗАДАЧА

ЗНАНИЯ



ОТВЕТ

ЗНАНИЯ (О СИСТЕМЕ)

ЗАПРОС К СИСТЕМЕ

КРИТЕРИЙ

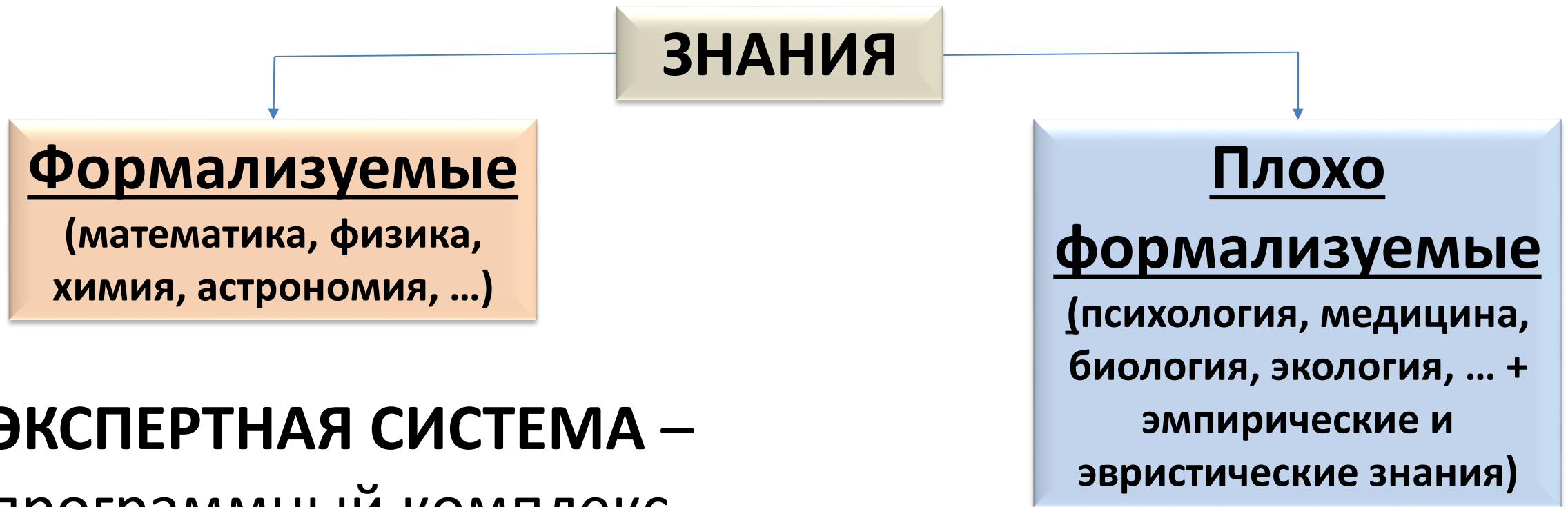
ЦЕЛЬ

РЕШАТЕЛЬ

ОТВЕТ

(управление/принятие решений/...)

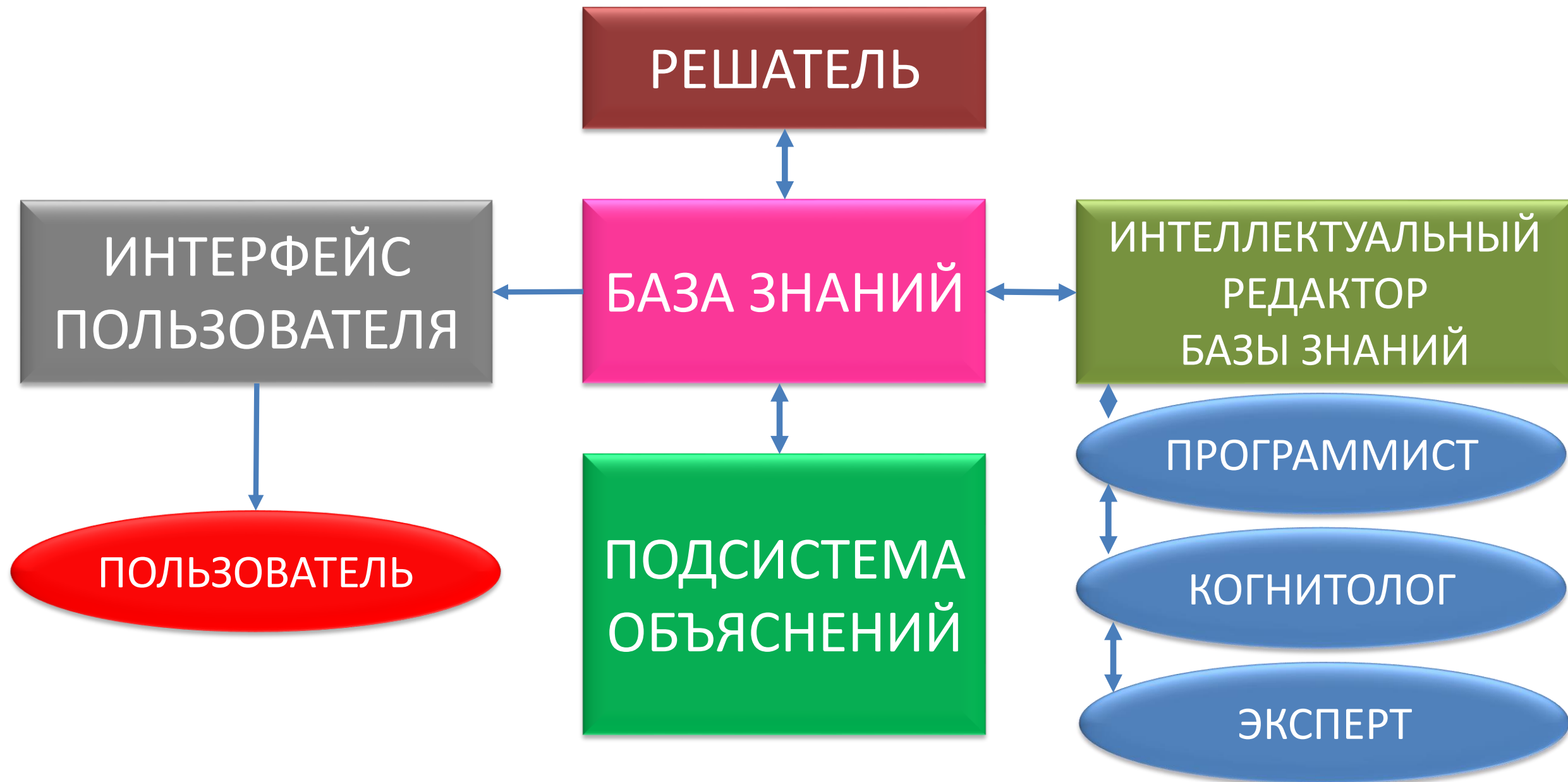
ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ



ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА –

программный комплекс,
аккумулирующий в себе как формализуемые, так и плохо
формализуемые **знания** специалистов в конкретных
предметных областях и тиражирующие эти знания для
консультаций менее квалифицированных пользователей

СХЕМА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ



ОБРАТНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЗАДАЧА

**BIG DATA
(ПРЕЦЕДЕНТЫ)**



ОТВЕТ



(обучение/прогнозирование/предсказание/...)

Решение обратных задач

Обучение на
прецедентах

Обучение с
подкреплением

Классическое
обучение

Ансамблевые
методы

Нейросети и глубокое
обучение

С учителем

Без учителя

Классификация

Регрессия

Кластеризация

Поиск правил

Обобщение

Стэкинг

Беггинг

Бустинг

Перцептроны

Автокодировщики

Рекуррентные

Сверточные

Генеративные

ГИБРИДНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЗАДАЧА



Моделирование

```
graph TD; A[Моделирование] --> B[Математическое моделирование]; A --> C[Эмпирическое моделирование]; B --> D[Логическое моделирование]; B --> E[Вероятностное моделирование]; D --> F[Гибридное моделирование]; E --> F; C --> F;
```

The diagram illustrates the classification of modeling into different types. At the top is the main category 'Моделирование' (Modeling). It branches into 'Математическое моделирование' (Mathematical modeling) and 'Эмпирическое моделирование' (Empirical modeling). 'Математическое моделирование' further branches into 'Логическое моделирование' (Logical modeling) and 'Вероятностное моделирование' (Probabilistic modeling). All three of these (Mathematical, Empirical, and Probabilistic) lead to 'Гибридное моделирование' (Hybrid modeling). Ellipses indicate that there are more types of modeling within the mathematical and empirical categories.

Математическое
моделирование

Эмпирическое
моделирование

...

Логическое
моделирование

Вероятностное
моделирование

...

Гибридное
моделирование

**Машинное
обучение**



**Дедуктивное
обучение**



**Экспертные
системы**

**Аргументированное
и абдуктивное
обучение**

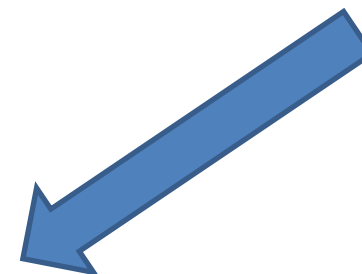


**Индуктивное
обучение**

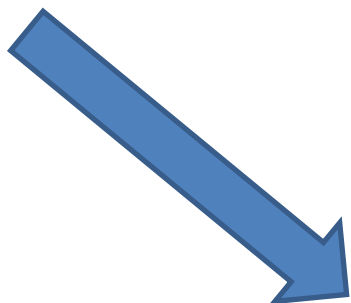


**Обучение с
подкреплением**

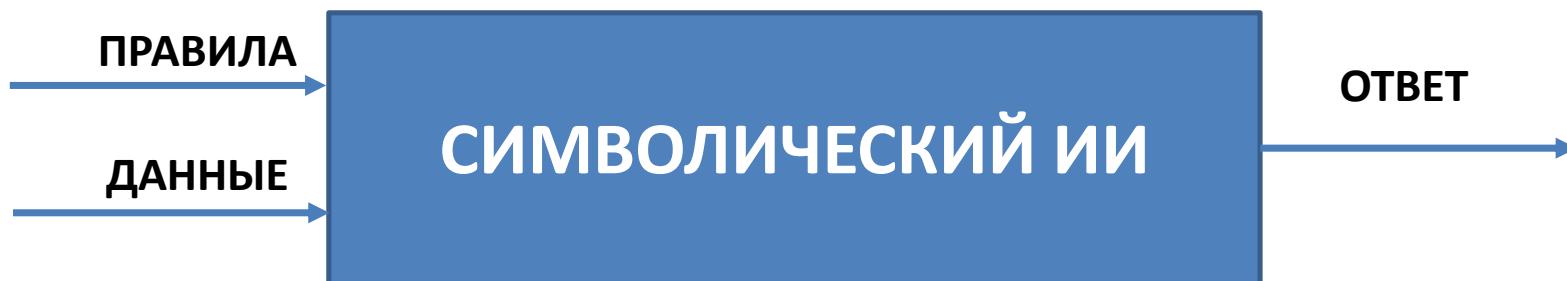
**Обучение на
прецедентах**



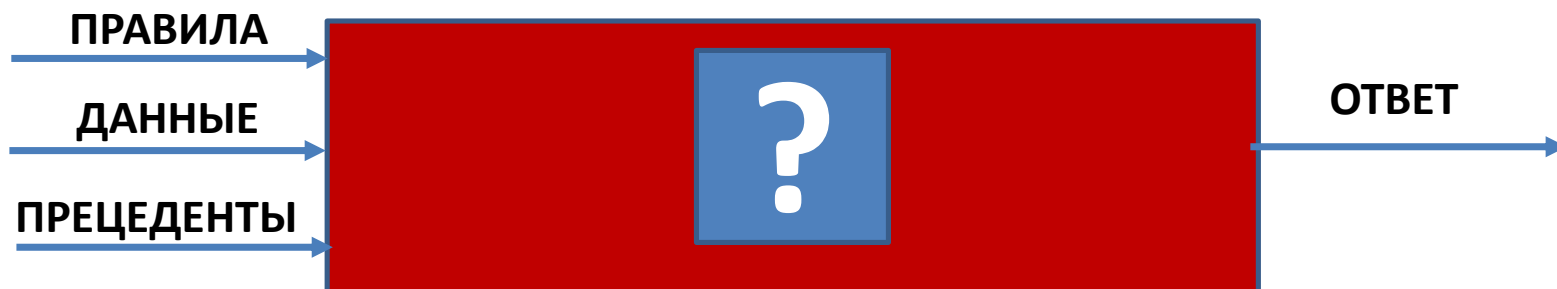
**Гибридное
обучение**



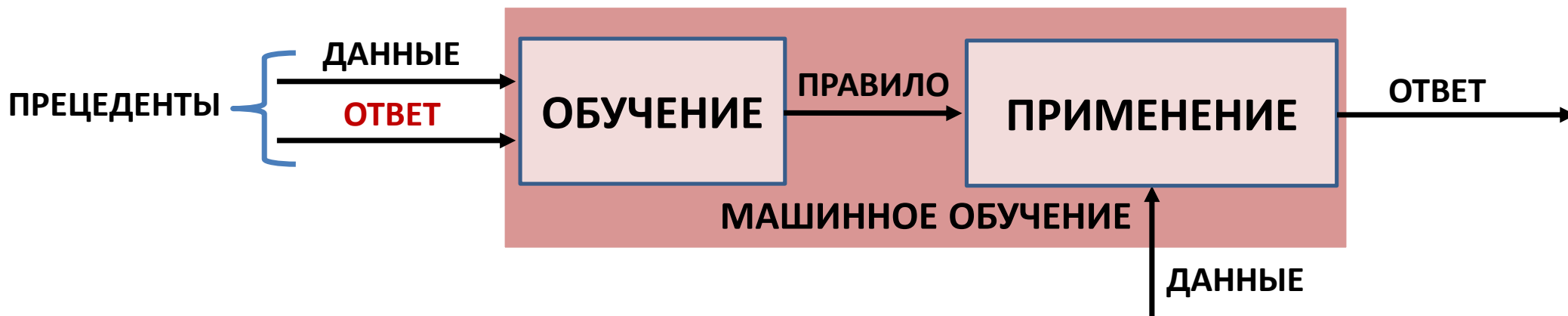
ПРЯМАЯ ЗАДАЧА



ГИБРИДНАЯ ЗАДАЧА



ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА



- ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТИ
- ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ
- **ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ**

- **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ:**

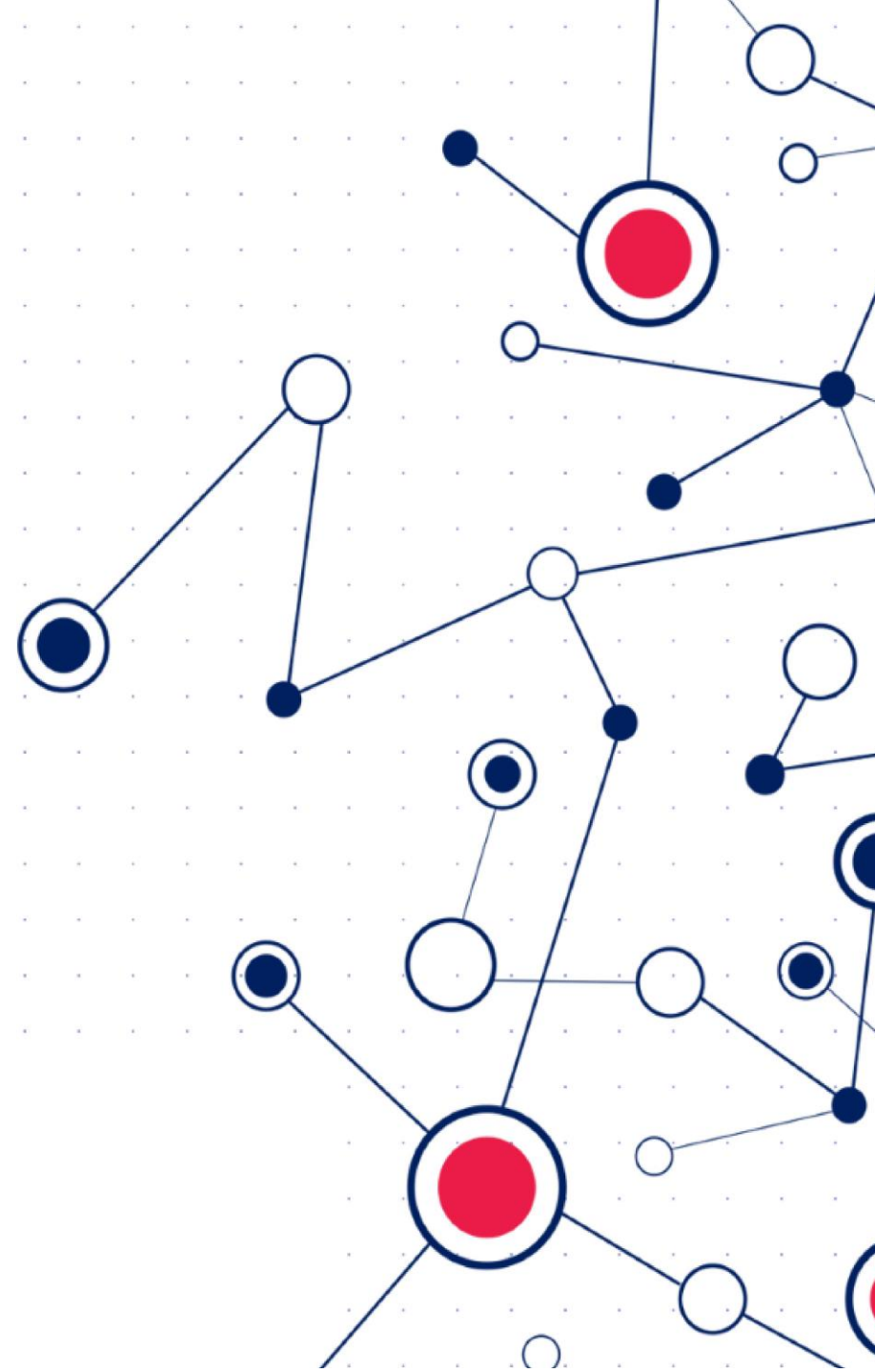
- Прямая
- Обратная
- Гибридная



ИИ 1.0

- ОБОСНОВАНИЕ/ОБЪЯСНЕНИЕ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (АНАЛИЗ)

СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

```
graph TD; A[АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ] --> B[Автоматизация вычислений]; A --> C[Автоматизация рассуждений и обучения]; B <--> C; B --> D[Гибридные задачи]; C --> D;
```

Автоматизация вычислений

(модели вычислений, компьютеры, языки и системы программирования и моделирования)

Автоматизация рассуждений и обучения

(системы искусственного интеллекта)

Гибридные задачи
(математические и эвристические модели, спецпроцессоры ИИ)

**АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ**

Автоматизация вычислений
(модели вычислений, компьютеры,
языки и системы программирования
и моделирования)

**Автоматизация
рассуждений и обучения**
(системы искусственного
интеллекта)

Гибридные задачи
(математические и эвристические
модели, спецпроцессоры ИИ)



ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

**ИМПЕРАТИВНОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ**

**ИМПЕРАТИВНЫЙ
ПОДХОД**

**ВЫЧИСЛИМОСТЬ
=
ПРОЦЕСС**

ВЫЧИСЛИМОСТЬ

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ЛОГИКА**

МАТЕМАТИКА

Машина Тьюринга,
Машина Поста,
Алгоритмы Маркова,
Машина фон-Неймана,
Сети Петри, ...

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ

ЛОГИЧЕСКОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ

ДЕКЛАРАТИВНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

АКСИОМАТИЧЕСКИЙ
ПОДХОД

ВЫЧИСЛИМОСТЬ
=
ВЫВОДИМОСТЬ

ВЫЧИСЛИМОСТЬ

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ЛОГИКА**

МАТЕМАТИКА

Рекурсивные функции,
Лямбда исчисление,
Комбинаторная логика,
Хорновы дизъюнкты,
Метод резолюций, ...

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ

ИНСТРУМЕНТАРИЙ

**СЕМАНТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**ТЕОРЕТИКО-МОДЕЛЬНЫЙ
ПОДХОД**

ВЫЧИСЛИМОСТЬ

=

**ФОРМУЛЬНАЯ
ОПРЕДЕЛИМОСТЬ**

ВЫЧИСЛИМОСТЬ

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
ЛОГИКА**

МАТЕМАТИКА

Прикладная теория моделей,
Теория нумераций,
Теория конструктивных моделей,
Теория списочных надстроек,
Общая теория вычислимости, ...



Списочная надстройка

$HW(M)$

$\{=, \epsilon, \leq, nil, cons, tail, \dots\}$

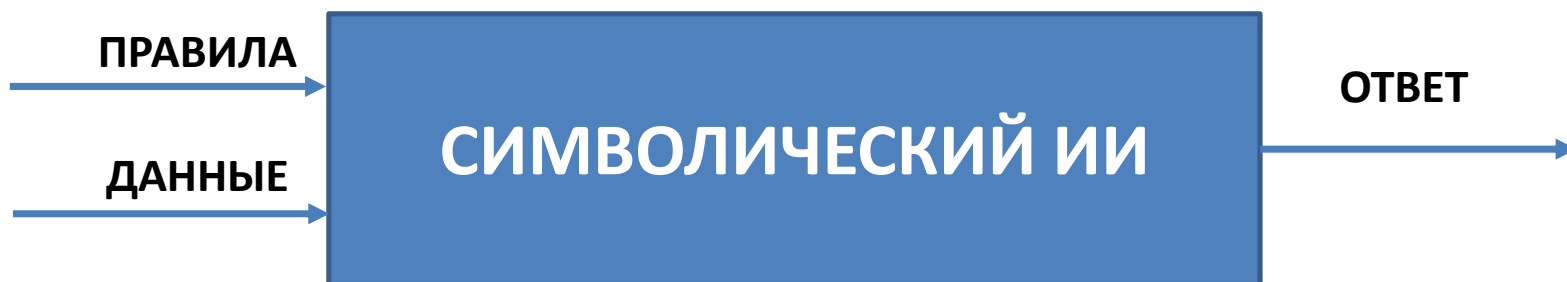
Конструктивная модель

M

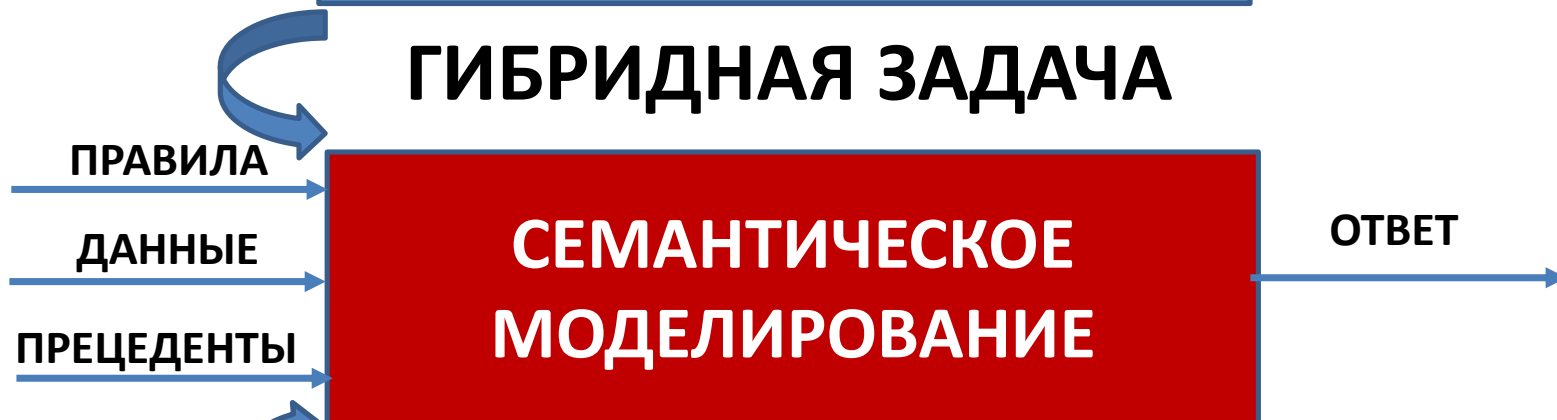
$\{P1, \dots, F1, \dots, c1, \dots\}$

? AI 2.0

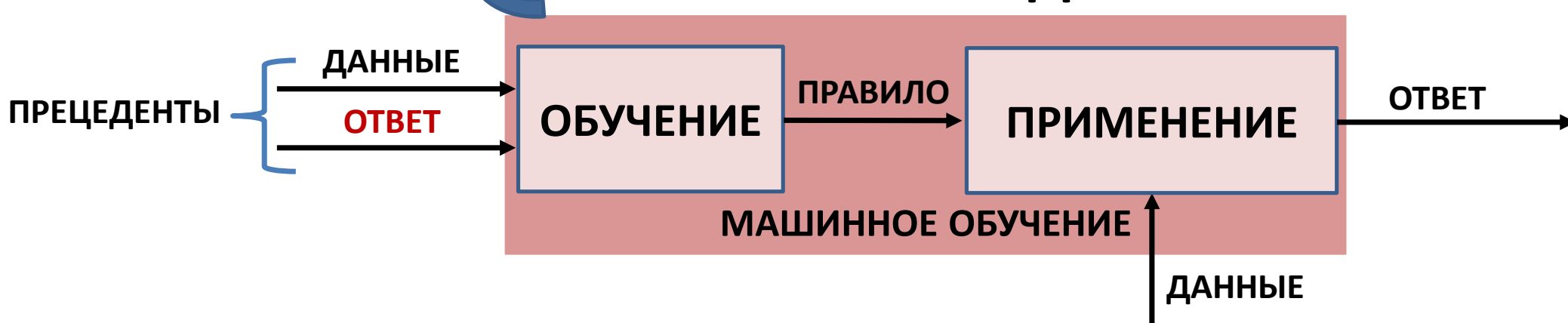
ПРЯМАЯ ЗАДАЧА



ГИБРИДНАЯ ЗАДАЧА



ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА



- ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТИ
- ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ
- **ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ**

- **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ:**

- Прямой
- Обратной
- Гибридной



ИИ 1.0

ИИ 2.0

- ОБОСНОВАНИЕ/ОБЪЯСНЕНИЕ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (АНАЛИЗ)



? AI 3.0

- ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТИ

- ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ

- **ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ**

ИИ 3.0

- РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ:

- Прямой

- Обратной

- Гибридной

ИИ 1.0

ИИ 2.0

- ОБОСНОВАНИЕ/ОБЪЯСНЕНИЕ
РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (АНАЛИЗ)

ИИ 3.0

AI 3.0:

- **Объяснительный ИИ (ХАИ)**
- **Семантический вероятностный ИИ**

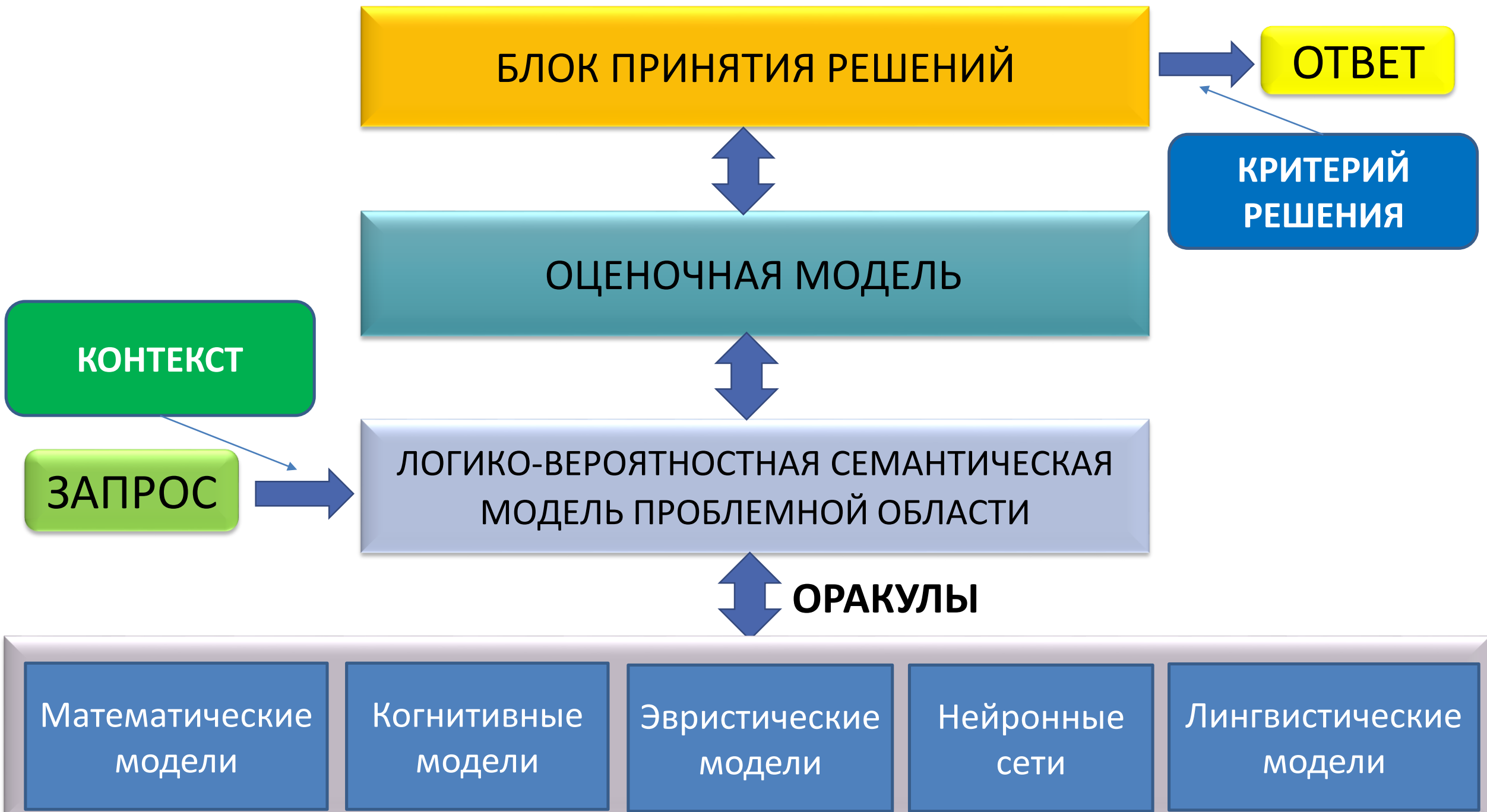


Теория

- Логико-вероятностный синтез и анализ гипотез
- Абдукция
- Теория генерации и формулировки задач
- Методы объяснения и обоснования решений задач

Технология

- Платформа ДЕЛЬТА семантико-вероятностного моделирования
- Автоматическое рассуждение, в т.ч. доказательство, абдукция
- Семантические аниматы



? AI 4.0

AI 4.0

Должен уметь:

- распознавать и адаптироваться (настраиваться) к различным фиксированным классам задач, в т.ч. задачам семантического поиска, планирования, прогнозирования, принятия решений, понимания языков, распознавания объектов и звуков, обучения и т.п.
- ставить, решать, обосновывать и объяснять решения задач,
- рефлексировать и самообучаться.

? AGI

ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД

- AI 1.0, AI 1.1, ...
- AI 2.0, AI 2.1, ...
- AI 3.0, AI 3.1, ...
- AI 4.0, AI 4.1, ...
- AI 5.0, AI 5.1, ...
- AI 6.0, AI 6.1, ...

...



AGI

СПАСИБО!

Tel: +7 961 875 18 08

E-mail: dsviridenko47@gmail.com

<http://ai-cluster.ru>