

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ (ИИ) И ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)

Свириденко Д.И., д.ф.-м.н., (ИМ СО РАН, НГУ, АЙЛАЙН)



ИСКУССТВЕННЫЙ
ИНТЕЛЛЕКТ

The diagram features two dark red rectangular boxes, one on the left and one on the right. The left box contains the text 'ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ' in white. The right box contains the text 'ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ (ТРИЗ)' in white. Between the two boxes is a large black question mark. Two thick green curved arrows form a circular loop around the question mark, pointing from the right box to the left box and from the left box to the right box. In the top-left corner, there is a dark red arrow pointing to the right. On the far left, there are several thin, curved grey lines.

ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ
ИННОВАЦИОННЫХ
ЗАДАЧ (ТРИЗ)



➡ **ТРИЗ:**

- ➡ ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ (Альтшуллер Г., 50-60-е годы))
- ➡ ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИХ ЗАДАЧ (Альтшуллер Г., 70-80-е годы)
- ➡ **ТЕОРИЯ РЕШЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ЗАДАЧ** (Свириденко Д.И., Сибиряков В.Г., 2017 год)

СТРУКТУРА СОВРЕМЕННОГО ТРИЗ

Методы анализа Изобретательских Ситуаций

Аналитические методы ТРИЗ + Законы развития систем

Классический ТРИЗ
(Техника)

Информационный фонд классической ТРИЗ

Приёмы
Стандарты
Эффекты
Фонд решённых задач

Системный оператор, ВПР, ИКР, Вепольный анализ
Диверсионный анализ
Другое: ФСА, Бережливое производство и пр.

АРИЗ

Нетехнические области применения ТРИЗ

ТРИЗ + Бизнес

Анализ
Бизнес-процессов

Дерево противоречий

ТРИЗ + Педагогика

Развитие
Творческой
Личности

ТРИЗ + Социология

ТРИЗ + Искусство

ТРИЗ + Наука

• • •

Кто применяет ТРИЗ сегодня?

5

- Airbus
- Alcoa
- Alian
- American Institute of Chemical Engineers
- American Society of Mechanical Engineers
- Boeing
- Bombardier
- Boston Scientific
- British Petroleum Amoco
- Campina
- Computer Science Corp.
- Caterpillar
- Coca Cola
- Corning
- Dow Chemical
- DSM
- Eastman Chemical
- Ford Motor
- GAF Roofing
- General Mills
- Halliburton
- Honda
- Hitachi
- Hyundai
- Intel Corp.
- Johnson and Johnson
- Kodak
- Kraft Foods
- M&M Mars
- Matsushita Electric
- Motorola
- NASA
- POSCO
- Proctor and Gamble
- RJR Reynolds
- Philips
- S.C. Johnson
- Samsung
- Sara Lee
- Siemens
- Shell
- Unilever
- Westinghouse
- ...

Исходные предпосылки

- **ОСНОВНОЙ ВИД ЛЮБОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.**
- **МЕТОДОЛОГИЧЕСКУЮ ОСНОВУ ЛЮБОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОЛЖЕН СОСТАВЛЯТЬ ЗАДАЧНЫЙ ПОДХОД, ОТВЕЧАЮЩИЙ НА ВОПРОСЫ:**
 - **ОТКУДА БЕРУТСЯ ЗАДАЧИ ?**
 - **ЧТО ТАКОЕ ЗАДАЧА ?**
 - **КАК РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ?**
- **ЗНАНИЕ ОТВЕТОВ НА ЭТИ ВОПРОСЫ ПОЗВОЛИТ ПРАВИЛЬНО ПОДОЙТИ К ПРОБЛЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ **СИСТЕМ ИИ** С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ СЛОЖНЫХ ПРОБЛЕМ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ, в Т.Ч. И В **ТРИЗ****



➡ ОТКУДА БЕРУТСЯ ЗАДАЧИ?

ПОТРЕБНОСТЬ → ДЕЙСТВИЕ (ФУНКЦИЯ) → ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ → СИСТЕМА (РЕШЕНИЕ)

8

ИДЕАЛЬНОЕ
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

\neq

РЕАЛЬНАЯ
ВОЗМОЖНОСТЬ

ШАБЛОНЫ

ПРОТИВОРЕЧИЕ

ПОТРЕБНОСТЬ
ПРЕОДОЛЕТЬ
ПРОТИВОРЕЧИЕ

Задача

ОТКУДА БЕРУТСЯ ЗАДАЧИ?

ИСТОЧНИКИ ПОТРЕБНОСТЕЙ

9

ПОТРЕБНОСТИ

Социальные проблемы

Природные явления

Тренды развития (товары/услуги)

Развитие науки и технологий

Безопасность и экология

«Человеческий фактор»

Потери времени и ресурсов

Производственная и экономическая
необходимость

Законодательство

ПРОТИВОРЕЧИЯ

Задача

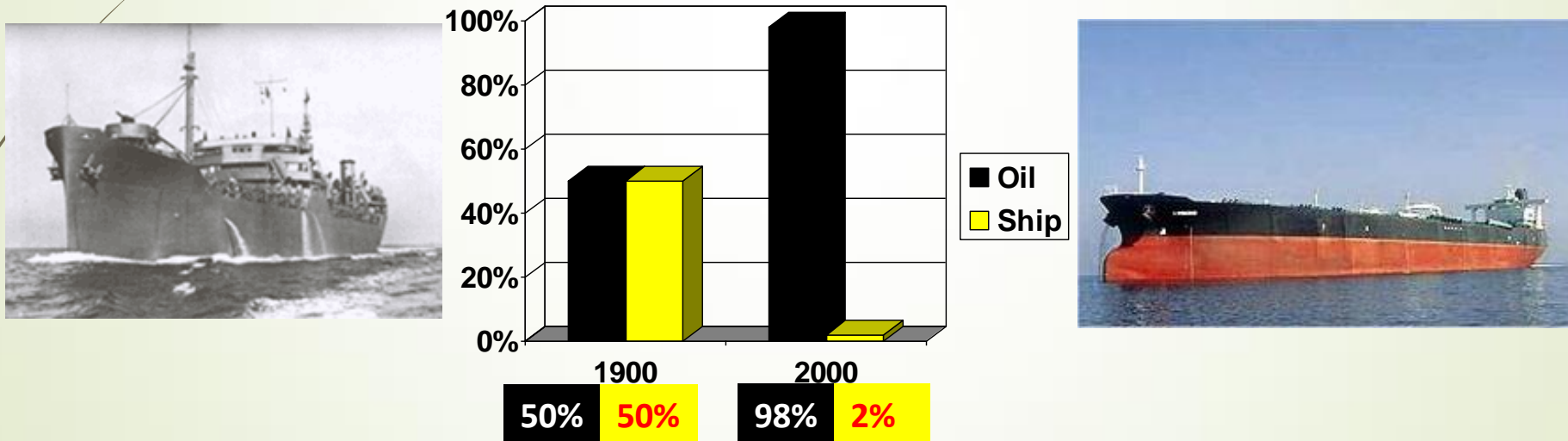


ОСНОВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ ТРИЗ: ИДЕАЛЬНОСТЬ

10

$$\text{Идеальность} = \frac{\text{Сумма весов полезных функций}}{\text{Сумма весов вредных функций}} \rightarrow \infty$$

Развитие систем происходит в сторону их идеальности



Формула идеальности технической системы

$$I(S) = \frac{\Sigma F}{\Sigma \Phi(P, V, L, T, E, \$, Q)}$$

F – полезные функции системы, нужные потребителю;

Φ – функции затрат;

P – вес технической системы;

V – объём технической системы;

L – характерные размеры технической системы;

T – затраты времени (хранение, транспортировка, переналадка, ремонт и пр.);

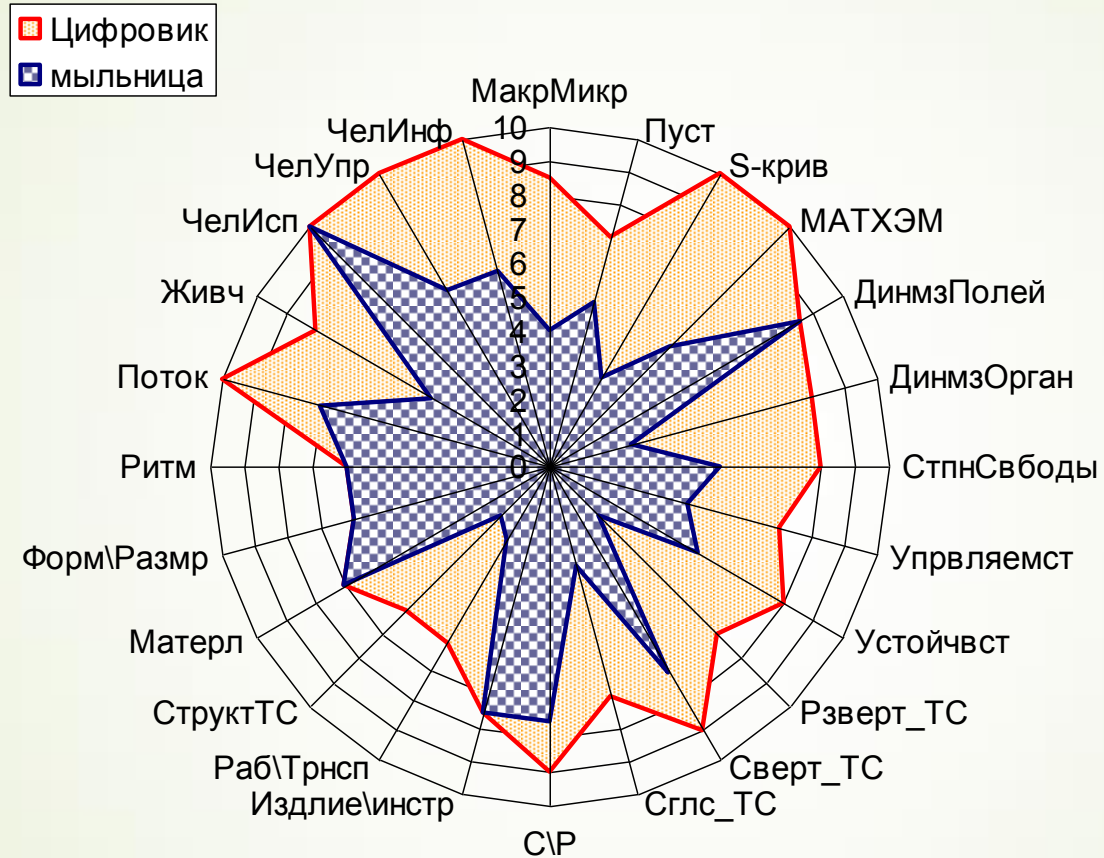
E – энергопотребление;

\$ – стоимость.

Q- % брака

Диаграмма оценки идеальности

(на примере фотоаппаратов)



Здесь предлагается использовать метод вероятностно-интервального анализа с тем, чтобы позволить экспертам высказываться не «точечно», а «интервально»

Формула Идеальности (для производителя)

$$И = \frac{\Sigma F}{\Sigma \Phi(P, L, T, E, \$, H)}$$

F – полезные функции продукта (товара/услуги), нужные потребителю;
Φ – затратные функции (главным образом, \$ - себестоимость).

ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ выполняет **максимум** потребительских функций,
ничего не стоит и его **всегда** можно **выгодно** продать.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ выполняет *ограниченный набор* потребительских функций, его *производство чего-то стоит* и не всегда можно выгодно продать.

**ЧЕМ ВЫШЕ ИДЕАЛЬНОСТЬ ПРОДУКТА, ТЕМ ОН УСПЕШНЕЕ НА РЫНКЕ, Т.Е
ТЕМ ВЫШЕ ЕГО РЫНОЧНАЯ ДОЛЯ**

Формула Идеальности

(для продавца)

$$I = \frac{\text{РОЗНИЧНАЯ ЦЕНА}}{\text{Оптовая цена} + \text{логистика} + \text{хранение} + \text{продажа} + \dots}$$

- ЧЕМ ВЫШЕ ИДЕАЛЬНОСТЬ ТОВАРА/УСЛУГИ, ТЕМ ПРОЩЕ и ВЫГОДНЕЕ ЕГО МОЖНО ПРОДАТЬ
- БОНУСЫ, СКИДКИ, АКЦИЯ => УМЕНЬШЕНИЕ РОЗНИЧНОЙ ЦЕНЫ + СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ХРАНЕНИЯ

Формула Идеальности

(для потребителя)

$$И = \frac{\Sigma F}{\Sigma \Phi(P, L, T, E, \$, H)}$$

F – полезный функционал товара/услуги = нужные потребителю функции
+ высокое качество их выполнения

Φ – затратные функции = затраты покупателя (цена покупки) + затраты потребителя (цена владения продуктом)

Высокая идеальность – это высокое качество при невысокой цене

Формула идеальности системы управления

$$И(S) = \frac{\Sigma F(ГПФ)}{\Sigma \Phi(P, V, L, T, E, \$, Q)}$$

- P, V, L , ...микроминиатюризация, нанотехнологии.
- ФСА (F/ \$)→ max
- CRM (ГПФ → max),
- Канбан (T → min)
- Кайдзен (Φ → min)
- Lean production (ГП → max), (Φ → min)
- Q: ISO-9000 и т.д.
- E: энергоресурсосбережение.

ФОРМУЛА ИДЕАЛЬНОСТИ КАК АЛГОРИТМ ПОИСКА ИДЕЙ

17

- Какое противоречие хотелось бы разрешить?

Направление: Разрешить **противоречие**:
Функция должна обеспечивать **полезный
результат** и не должна вызывать **вредный
результат**.

- Какую **функцию** хотелось бы **ДОБАВИТЬ** или **УВЕЛИЧИТЬ**?

Направление: Поиск и/или улучшение **функции**

- Какую **функцию** хотелось бы уменьшить?

Направление: Устранить или ослабить **функцию**.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИДЕАЛЬНОСТИ

18

1. Функцию F выполняют ДРУГИЕ ИЗМЕНЁННЫЕ элементы системы.

2. Функция F выполняется САМА собой.

3. Системы нет, а функция F (ГПФ – главная полезная функция) выполняется

4. Функция F не нужна.

ПРОЦЕСС РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ:

-
- The diagram illustrates the problem-solving process through five sequential steps, each in a colored box. The first three steps are grouped in a light green box, the fourth in a light gray box, and the fifth in a light red box. To the right, three rounded rectangular boxes represent different versions of AI: 'ИИ 3.0' (top), 'ИИ 1.0' (middle), and 'ИИ 2.0' (bottom). Lines connect the steps to the AI versions: the first three steps connect to 'ИИ 3.0', the fourth step connects to 'ИИ 1.0', and the fifth step connects to 'ИИ 2.0'. A red arrow points to the first step, and a gray arrow points to the third step. A decorative red arrow is on the left, and wavy lines are at the bottom left.
- ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТРЕБНОСТИ
 - ФОРМУЛИРОВКА ПРОТИВОРЕЧИЯ
 - ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ
 - РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ
 - ОБОСНОВАНИЕ/ОБЪЯСНЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

ИИ 3.0

ИИ 1.0

ИИ 2.0



➡ ЧТО ТАКОЕ ЗАДАЧА?

ЗАДАЧА = <онтология, контекст, формулировка задачи, критерий решения задачи>

«Правильные» вопросы (как АЛГОРИТМ или ОПЕРАТОР):

ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ

МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И КОНТЕКСТ ЗАДАЧИ

МОДЕЛЬ ПО — онтология (термины, понятия, определения, их связи), знания, прецеденты, факты,...

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ (что дано, что найти)

ПОЧЕМУ? — Причины и история возникновения задачи

ЗАЧЕМ? — Цель решения и последствия решения задачи

НАДЗАДАЧА? — Частью какой задачи является наша задача?

ПОДЗАДАЧИ? — Из каких частей состоит наша задача?

**КОНТЕКСТНЫЙ
ОПЕРАТОР**

ЧТО 1? — Точная и полная формулировка задачи = < **исходные данные, запрос** >

ЧТО 2? - **Критерий приемлемости решения задачи**

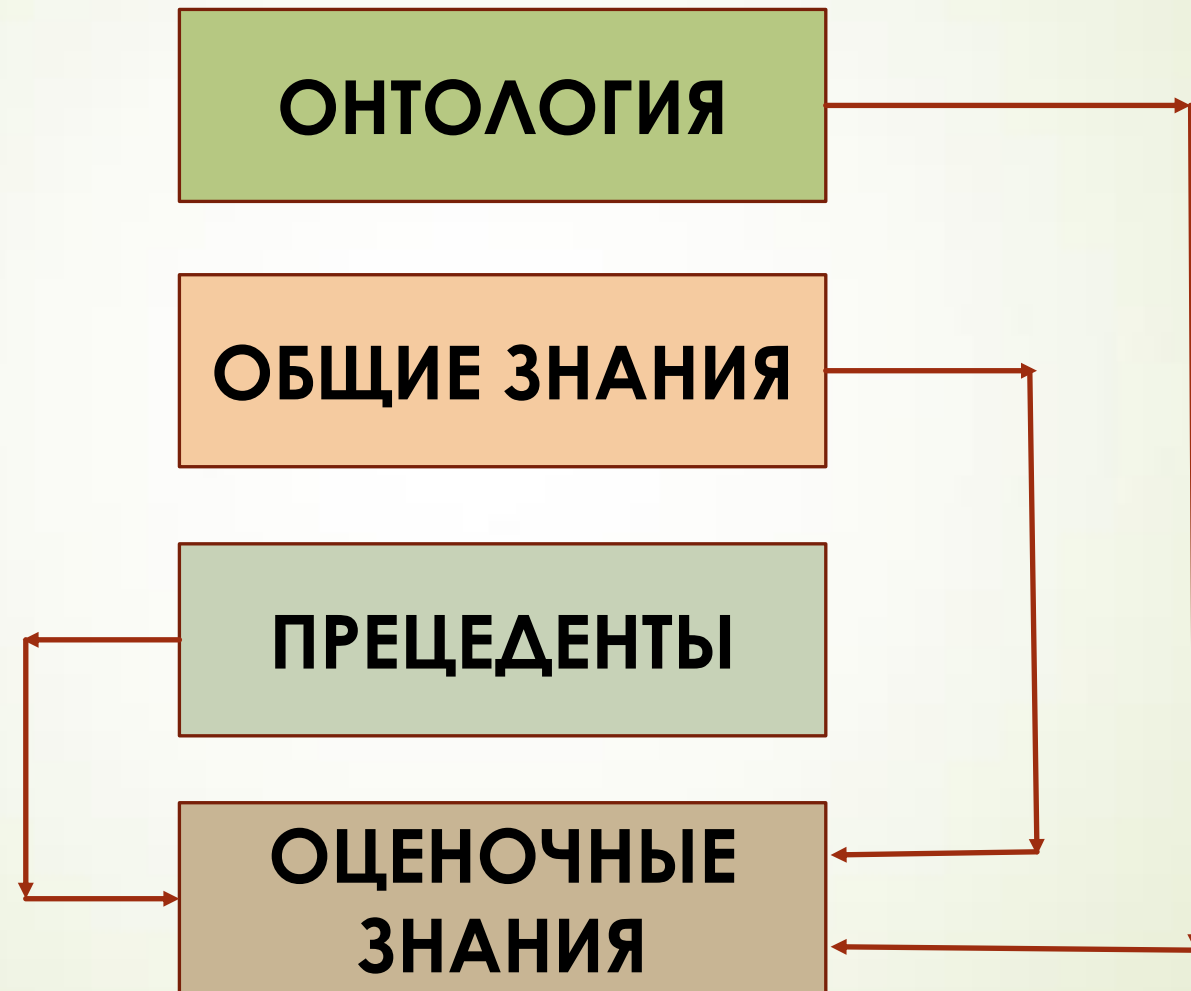
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

КАК? — Идея, Концепция, а затем и Алгоритм/Технология решения задачи

КЕМ? ЧЕМ? СКОЛЬКО? — Инструментарий, требуемые ресурсы

ГДЕ?, КОГДА?, ... — Локация, время, ...

ЧЕТЫРЕХУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ (проф. Д.Е.Пальчунов)



КОНТЕКСТНЫЙ ОПЕРАТОР

ПОЧЕМУ

ЗАЧЕМ

НАДЗАДАЧИ

в прошлом

НЗ (-)

НАДЗАДАЧИ

НЗ (0)

НАДЗАДАЧИ

в будущем

НЗ (+)

ИСТОРИЯ ЗАДАЧИ,
ПРОТОТИПЫ

ПЗ (0)

ЗАДАЧА

З (0)

ЗАДАЧА в будущем;
последствия
внедрения

З (+)

ПОДЗАДАЧИ

в прошлом

ПЗ (-)

ПОДЗАДАЧИ

ПЗ (0)

ПОДЗАДАЧИ

в будущем

ПЗ (+)

T (-)

T (0)

T (+)

**ПОСТАНОВКА
БИЗНЕС-
ЗАДАЧИ**

```
graph TD; A[ПОСТАНОВКА БИЗНЕС-ЗАДАЧИ] --> B[СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ КОМПОНЕНТА (С)]; A --> C[КОММЕРЧЕСКАЯ КОМПОНЕНТА (К)]; B <--> C;
```

The diagram illustrates the components of a business model. At the top is a blue box labeled 'ПОСТАНОВКА БИЗНЕС-ЗАДАЧИ'. Two yellow arrows point from this box to two boxes below: a green box on the left labeled 'СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ КОМПОНЕНТА (С)' and a dark green box on the right labeled 'КОММЕРЧЕСКАЯ КОМПОНЕНТА (К)'. A yellow double-headed arrow connects these two boxes. Below the green box is the text 'Товар/технология/услуга', and below the dark green box is 'Алгоритм коммерциализации'. At the bottom, a red box contains the text 'Бизнес-модель = Проект решения задачи'. A red arrow points from the left edge of the slide towards the green box.

**СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ
КОМПОНЕНТА
(С)**

Товар/технология/услуга

**КОММЕРЧЕСКАЯ
КОМПОНЕНТА
(К)**

Алгоритм коммерциализации

Бизнес-модель = Проект решения задачи



➡ КАК РЕШАТЬ ЗАДАЧИ?



ИННОВАЦИОННЫЕ
ИДЕИ



ГЕНЕРАЦИЯ , АНАЛИЗ и
ОТБОР ИДЕЙ

ИННОВАЦИОННЫЕ
КОНЦЕПЦИИ БИЗНЕС-
СТРАТЕГИЙ



ГЕНЕРАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ

ОПТИМАЛЬНАЯ
БИЗНЕС-СТРАТЕГИЯ



ИНВЕСТИЦИОННЫЙ
АНАЛИЗ И ОТБОР

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ



УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ

ВНЕДРЕНИЕ И
ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ПРОЕКТНОГО ПРОДУКТА



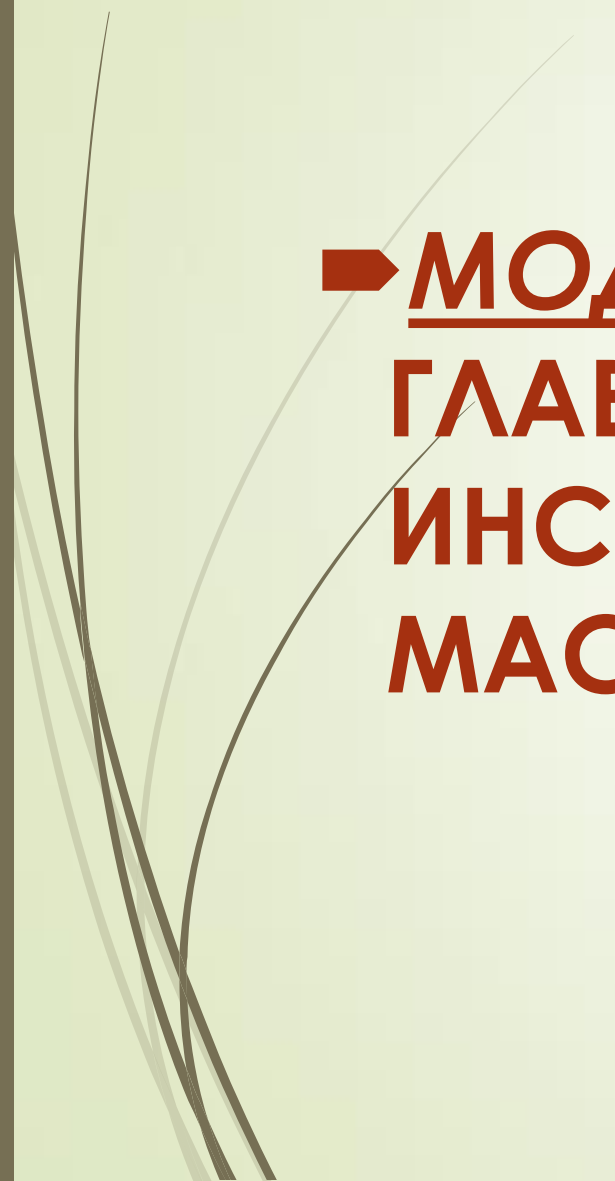

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ
ИННОВАЦИИ

ИСЧЕРПАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА
ИННОВАЦИИ

ОБЩАЯ СХЕМА
ИННОВАЦИОННОГО
ПРОЦЕССА

Этапы генерации идей, концепций и построения концепции оптимальной инновационной бизнес-стратегии



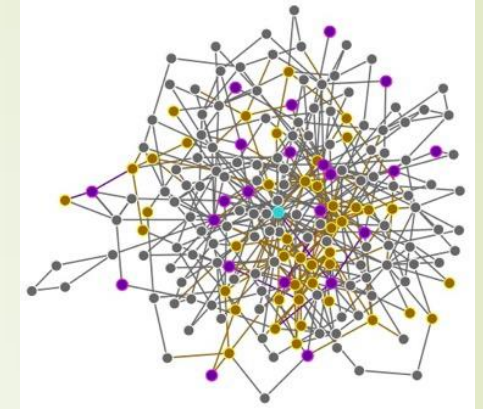


■ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ОДИН ИЗ
ГЛАВНЫХ И ЭФФЕКТИВНЕЙШИХ
ИНСТРУМЕНТОВ РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ И
МАСШТАБНЫХ ЗАДАЧ, НО ...

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ: семантика на выходе



Обычная практика приводит к
проблеме *неструктурированности*
больших данных



Модель (база знаний)

Медицинские
данные

- Конвертор в базы данных
- Конвертор в текстовые форматы

Семантически
разрушенные
данные



"Болото"
неструктурированных
больших данных

Восстановленные
структуры данных

- Обработчик больших данных
- Восстановитель семантики (ОНС)



ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ :

- Методологическую основу семантического моделирования составляет **задачный подход**, теоретической базой является **математическая логика, теория вероятностей, дифференциальные уравнения, геометрическая теория управления, кибернетика** и другие разделы математики, а также **эвристическое и эмпирическое моделирование**.
- Решение задач осуществляется в рамках и терминах, релевантных предметной области на основе методологически **единой математической платформы**.
- Описание предметной области и постановка задачи осуществляется в **декларативном виде** в виде некоторой **исполнимой логико-вероятностной системы**. Подобное формальное декларативное описание предметной области и запросов к ней носит название **семантической модели**.

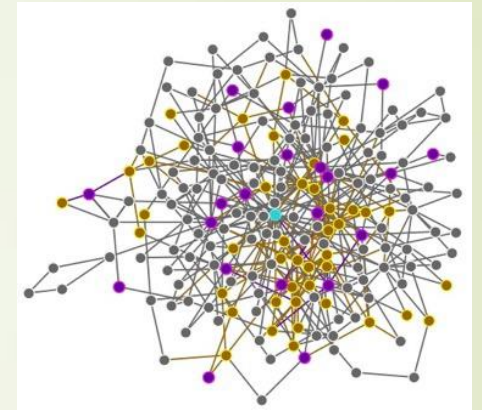
- **Гибридное моделирование** – это семантическое моделирование с **оракулами**, где каждая модель выступает как оракул для другой модели.
- Для гибридного моделирования на основе совокупности разных моделей удовлетворительным решением создания гибридной модели является использование **единого семантического протокола**.
- Процесс гибридного моделирования предметной области в виде семантической модели представляет собой **процесс проектирования** единой информационной модели, представляющей данную предметную область. Данный процесс протекает в определенной **технологической среде**, основным элементом которой является **инструментально-технологическая платформа** (пример – платформа **KIRIK**).

СЕМАНТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: семантика на входе



Медицинские
данные

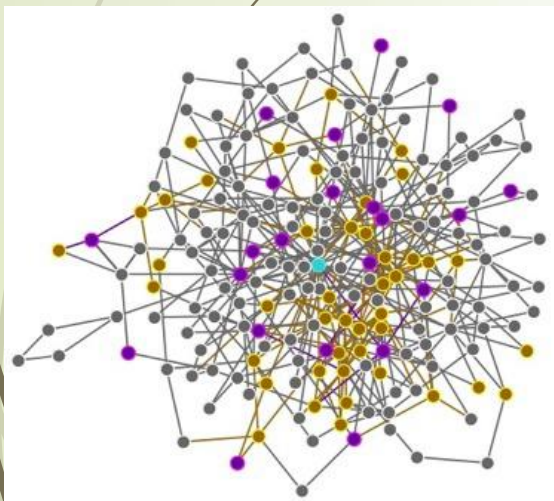
Структуризация
информации
и публикации в базе
знаний



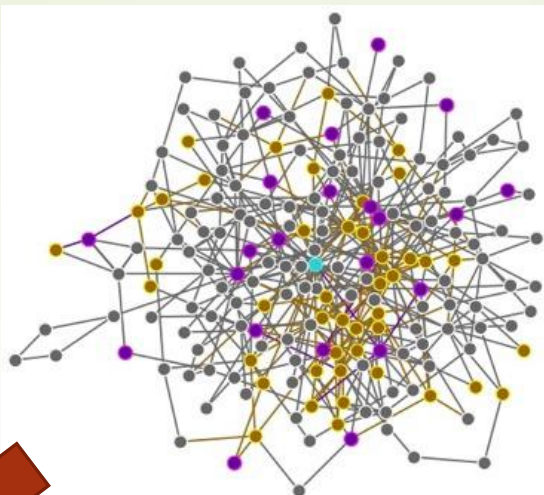
Исполняемая
семантическая
модель
(база знаний)

Семантическое моделирование

Моделируем,
полностью сохраняя
исходную семантику
предметной области



ИСПОЛНИМАЯ СЕМАНТИЧЕСКАЯ
МОДЕЛЬ



ПРЕДМЕТНАЯ
ОБЛАСТЬ

Обычная практика

Программируем,
рассыпая наше
представление о
предметной области
на код и базу данных



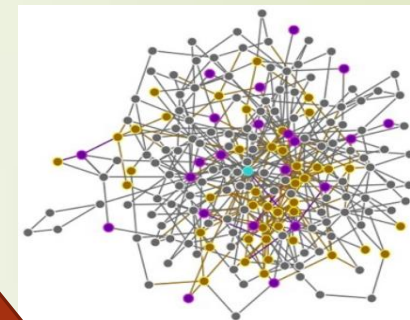
ПРОГРАММНАЯ
СИСТЕМА

Семантический вывод vs нейронные сети

Предметная область



Семантическая модель



Действие

Обучение путем
«натаскивания»



Традиционная нейронная сеть



Обратная связь

Действие

Обучение

Обратная связь



Семантический вывод

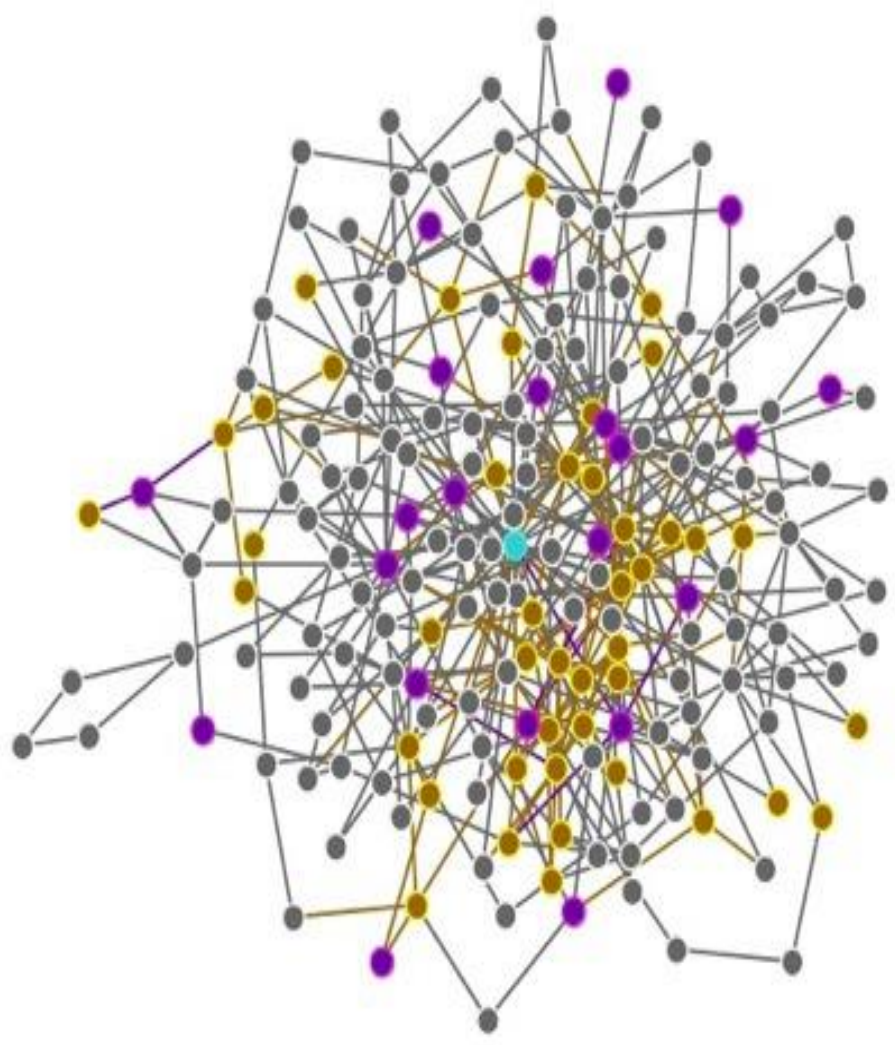


Семантическое моделирование vs программирование

Аспекты	Программирование	Семантическое моделирование
Модель Язык	Неявная, расчлененная Императивный язык программирования	Явная, цельная, локальная Декларативный логико- вероятностный язык
Эластичность	Перепрограммирование	Корректировка модели и языка
Интеграция	Перепрограммирование	Расширения модели и/или объединение моделей
Решение	«Большой кровью»	«По уровням локализации»
Код и данные	Раздельная обработка	Единая среда
Разработчик	Модельер + Программист	Модельер

ПРИМЕР: построение семантической модели в бизнесе

(www.inbox.io)



1. Проектируются **базовые документы** объектов, аналитик, операций
2. «Примешиваются» нужные **модели** («пластилинное» моделирование)
3. Проектируются **документы-агрегаторы**
4. Формируются **умные контракты**
5. Надстраиваются методы ИИ 2.0 (семантическое машинное обучение, управляющие роботы)

ПРИМЕР: анализ потоковых данных и семантическое машинное обучение

- **Обработка естественного языка и распознавание речи**
- **Компьютерное зрение**
- **Совершенствование алгоритмов семантического машинного обучения**
- **Семантический скоринг**
- **Потоковая обработка данных в телекоммуникационных сетях**
- **Применение глубокого семантического машинного обучения для научных задач (биоинформатика, генетика, физика, медицина)**
- **Построение семантических нейросетевых моделей крупных природных объектов (нефтяные и газовые месторождения, модель Байкала и прочее)**

ПРИМЕР: разработка адаптивных систем управления и модульных роботов

- Основные проблемы при разработке обучающихся систем управления:
 - Обучение на опыте взаимодействия со средой
 - Формирование новых типов поведения
 - Универсальность
- Основные проблемы при разработке модульных роботов:
 - генерация системы управления
 - генерация локомоции
 - реструктуризация робота
 - роевые задачи
- Преимущества модульных роботов:
 - адаптивные
 - самовосстанавливающиеся
 - простые в производстве



Семантическое моделирование и умные контракты



Доверие – контракт сохранен в блокчейне. Невозможно отрицать и изменять

**AUTO
NOMY**

Автономность – не нужен брокер, юрист или другой посредник для подтверждения



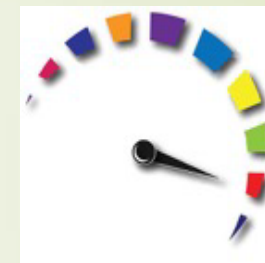
Инновационность – предлагает невиданные бизнес-модели, например, ICO



Бэкап – невозможно потерять документ: он повторен много раз в блокчейне



Безопасность – криптография хранит документы в безопасности



Скорость – сокращается время на бумажную работу и проверки



Экономия – умные контракты сберегают деньги на посредников, например, на нотариуса



Аккуратность – верифицированный умный контракт может многократно использоваться без проверок

**УМНЫЙ
КОНТРАКТ**

Эфириум – самая популярная платформа для умных контрактов



Виталик Бутерин на ПМЭФ'17

- **Эфир** (Ethereum, ETH) – криптовалюта
- **Solidity** – полный по Тьюрингу язык для разработки умных контрактов
- **Умный контракт** – программа на Solidity
- Применение - **ICO** (Initial Coin Offering)



Есть трудности с юридической верификацией Solidity-программ (математически **нереализуемо**)



Семантические «умные» контракты

Эфир (Ethereum, ETH) – криптовалюта

- Интерпретация умного контракта как программы – **концептуально ошибочна!**
- Семантический «умный» контракт – это автоматически действующая семантическая модель взаимодействия контрагентов



трудности с юридической верификацией Solidity-программ (математически **нереализуемо**)



Семантические «умные» кошельки

Эфир (Ethereum, ETH) – криптовалюта

- **Семантический «умный» кошелек** – это автоматически действующая семантическая модель взаимодействия владельца счета (кошелька) и платежной системы, т.е разновидность семантического «умного» контракта



трудности с юридической верификацией Solidity-программ (математически **нереализуемо**)



Семантическое моделирование и блокчейн



Семантическое моделирование и блокчейн

ПРОЕКТ
«КИРИК»
(www.kirik.io)

Семантический
протокол

БЛОКЧЕЙН 1

...

БЛОКЧЕЙН N

- Семантическая модель первична, блокчейн вторичен
- Роль блокчейна: фиксация изменений в критически значимых компонентах семантической модели
- Не обязательно уводить в блокчейн всю семантическую модель → семантический контракт ≠ блокчейн
- Можно использовать разные блокчейн-платформы



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

СВИРИДЕНКО ДМИТРИЙ

Тел: +7 961 875 18 08

E-mail: dsviridenko47@gmail.com