



**РАНХиГС**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

12-й Международный форум All-over-IP 2019  
Москва, 20–22 ноября 2019



ШКОЛА  
IT-МЕНЕДЖМЕНТА

# Гибридный интеллект. Сценарии использования в бизнесе

Рыжов Александр Павлович  
д.т.н., профессор, MBA



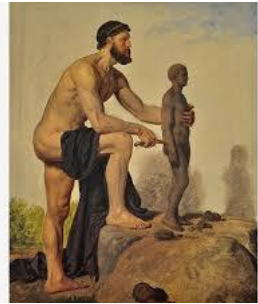
## Содержание

- Гибридный Интеллект: история и современное состояние
- Основные проблемы Гибридного Интеллекта
- Ограничения и возможности Гибридного Интеллекта
- Сценарии применения Гибридного Интеллекта:
  - Персонализация
  - Оценка и мониторинг процессов

## ИИ: предыстория



Сказки



- Прометей вылепил человека из глины
- Пигмалион вырезал из слоновой кости статую (Галатею) и полюбил её, а Афродита оживила статую, и та стала его женой
- Гефест создал Пандору, первую женщину на земле

Древняя  
Греция



- железный человек Альбертуса Магнуса
- механический рыцарь да Винчи
- механические дети Пьера Жак-Дро
- гомункул Парацельса

Средние  
века



# Механические дети Пьера Жак-Дро





## ИИ: история

**1950-е**

**Алан Тьюринг (Alan Turing)** предложил тест для определения «может ли машина мыслить» (тест Тьюринга).

В поздние 50-е многие исследователи изучали и разрабатывали системы, моделирующие человеческие способности такие как распознавание образов, генерация речи, машинный перевод, логические рассуждения (например, игра в шахматы, GPS).

**1970/80-е**

**Расцвет экспертных систем (Expert Systems), извлечения знаний из данных (KDD - Knowledge Discovery in Databases).**

Японский проект создания ЭВМ пятого поколения, стратегическая компьютерная инициатива (СКИ) США.

**1990-е**

**Прекращение финансирования со стороны венчурных фондов и грантообразующих организаций (но не DARPA).**

Только одна реальная экспертная система – MYCIN (разработка Стэнфорда, ранние 70-е, 6 лет).

Много «экспертных систем» - компьютерных реализаций инструкций.

**2000-е**

**Первые публикации ученых и предпринимателей о целесообразности использования искусственного интеллекта в бизнесе.**

Лозунг: «Робот на каждой кухне!»

Andrew Ng, a Stanford computer scientist and a leader of the project, called Stanford Artificial Intelligence Robot, or Stair: "It's time to build an A.I. robot. The dream is to put a robot in every home."

Brainy Robots Start Stepping Into Daily Life, 2006

## ИИ: сегодня

- Широкий спектр эмоций публики: от восхищения до страха
- Пользователи - еще более яркие эмоции от эйфории ("Наступил период, когда компания, если она не использует искусственный интеллект в своей деятельности, она проигрывает") до глубокого разочарования («Этот продукт — дерьмо собачье»)
- Инвесторы оптимистичны: в первые три месяца 2018 г. - рекорд по финансированию в области искусственного интеллекта (1,9 миллиардов долларов, рост по сравнению с аналогичным периодом 2017 года составил 69%); к 2050 году инвестиции достигнут 1 триллиона долларов.

Сбербанк в 2018 году реализует более 150 проектов на основе искусственного интеллекта. 16 сентября 2017.

<https://tass.ru/ekonomika/4567834>

IBM Watson выдавал «небезопасные и неправильные» рекомендации по лечению рака. 26 июля 2018. <https://hi-news.ru/research-development/ibm-watson-vydaival-nebezopasnye-i-nepravilnye-rekomendacii-po-lecheniyu-raka.html>

## ИИ: результаты завышенных ожиданий

- **Facebook is shutting down M, its personal assistant service that combined humans and AI**  
*'We learned a lot,' company says*  
(<https://www.theverge.com/2018/1/8/16856654/facebook-m-shutdown-bots-ai>)
- **Cambridge Analytica and Scl Elections Commence Insolvency Proceedings and Release Results of Independent Investigation into Recent Allegations**  
(<https://ca-commercial.com/news/cambridge-analytica-and-scl-elections-commence-insolvency-proceedings-and-release-results-3>) (2 May 2018)
- **IBM's Watson Health wing left looking poorly after 'massive' layoffs** Up to 70% of staff shown the door this week, insiders claim  
([https://www.theregister.co.uk/AMP/2018/05/25/ibms\\_watson\\_layoffs/](https://www.theregister.co.uk/AMP/2018/05/25/ibms_watson_layoffs/))
  - IBM Watson выдавал «небезопасные и неправильные» рекомендации по лечению рака  
<https://hi-news.ru/research-development/ibm-watson-vydaval-nebezopasnye-i-nepravilnye-rekomendacii-po-lecheniyu-raka.html>
  - «Этот продукт — дерьмо собачье», сказал IBM врач из Jupiter Hospital во Флориде. «Мы купили его [под влиянием маркетинга] и с надеждой, что вам удастся добиться своего. Мы не можем использовать его в большинстве случаев». И это лишь одна из жалоб врачей, которые включили в документы.

## Надо вернуться к истокам



William Ross Ashby: *"Intellectual power, like physical power, **can be amplified**. Let no one say that it cannot be done, for the gene-patterns do it every time they form a brain that grows up to be something better than the gene-pattern could have specified in detail. What is new is that we can now do it synthetically, consciously, deliberately"*

**Интеллектуальная сила**, как и физическая сила, **может быть усилена**. Пусть никто не говорит, что это невозможно сделать, потому что генные шаблоны делают это каждый раз, когда они образуют мозг, который вырастает во что-то лучше, чем гены-шаблоны могли бы подробно описать. Новым является то, что мы можем теперь делать это синтетически, сознательно, преднамеренно.

(Ashby, W.R., (1956). *An Introduction to Cybernetics*. London, UK: Chapman and Hall, 1956 (p. 271). Retrieved from <http://pespmc1.vub.ac.be/books/IntroCyb.pdf>)

Joseph Carl Robnett Licklider : *"Man-computer symbiosis is an expected development in cooperative interaction between men and electronic computers. It will involve very close coupling between the human and the electronic members of the partnership... Preliminary analyses indicate that the symbiotic partnership will perform intellectual operations much more effectively than man alone can perform them"*

**Человеко-компьютерный симбиоз** является ожидаемым развитием сотрудничества между людьми и электронными компьютерами. Это будет связано с очень тесной связью между человеческим и электронным членами партнерства ... Предварительные анализы показывают, что симбиотическое партнерство будет выполнять интеллектуальные операции гораздо эффективнее, чем только один человек может их выполнять. (Licklider, J.C.R., (1960). *Man-Computer Symbiosis*. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, vol. HFE-1, 4-11 (p. 4) Retrieved from <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/Licklider.html>)





## Теория нечетких множеств – математика Гибридного Интеллекта



In a paper published in 1961 entitled “From Circuit Theory to System Theory” ... I wrote:

“There is a fairly wide gap between what might be regarded as ‘animate’ system theorists and ‘inanimate’ system theorists at the present time, and it is not at all certain that this gap will be narrowed, much less closed, in the near future. There are some who feel that this gap reflects the fundamental inadequacy of conventional mathematics—the mathematics of precisely-defined points, functions, sets, probability measures, etc.—for coping with the analysis of biological systems, and that to deal effectively with such systems, which are generally orders of magnitude more complex than man-made systems, **we need a radically different kind of mathematics**, the mathematics of fuzzy or cloudy quantities which are not describable in terms of probability distributions. Indeed, the need for such mathematics is becoming increasingly apparent even in the realm of inanimate systems, for in most practical cases the a priori data as well as the criteria by which the performance of a man-made system are judged are far from being precisely specified or having accurately- known probability distributions.”

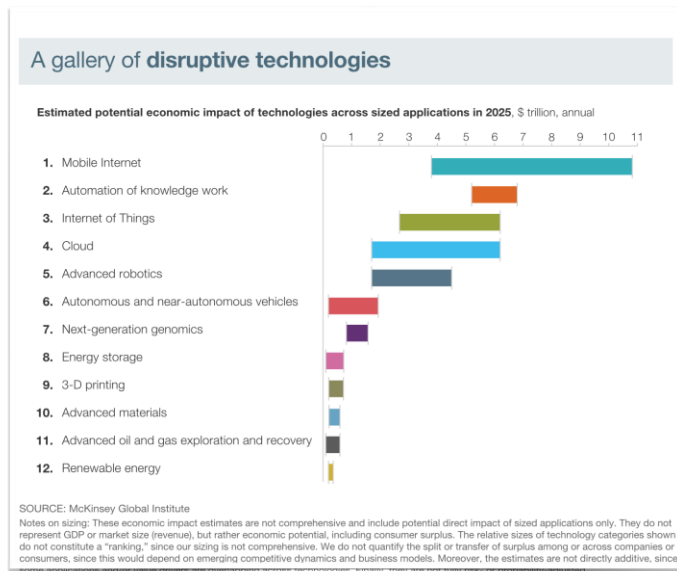
It was this observation that motivated my development of the theory of fuzzy sets, starting with the 1965 paper “Fuzzy Sets”, which was published in Information and Control.

From Computing with Numbers to Computing with Words. From Manipulation of Measurements to Manipulation of Perceptions. - IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—I: FUNDAMENTAL THEORY AND APPLICATIONS, VOL. 45, NO. 1, JANUARY 1999 (<https://ieeexplore.ieee.org/document/739259>)

“The advent of the Computer age has stimulated a rapid expansion in the use of quantitative techniques for the analysis of economic, urban, social, biological and other types of systems in which it is the animate rather than inanimate behavior of system constituents that plays a dominant role. At present, most of the techniques employed for the analysis of *humanistic*, i. e., **human-centred systems** are adaptations of the methods that have been developed over a long period of time for dealing with *mechanistic* systems, i. e., physical systems governed in the main by the laws of mechanics, electromagnetism, and thermodynamics. The remarkable successes of these methods in unraveling the secrets of nature and enabling us to build better and better machines have inspired a widely held belief that the same or similar techniques can be applied with comparable effectiveness to the analysis of humanistic systems.... It is in this sense that **precise quantitative analyses of the behavior of humanistic systems are not likely to have much relevance** to the real-world societal, political, economic, and other types of problems which involve humans either as individuals or groups.”

Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes (IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, VOL. SMC-3, NO. 1, JANUARY 1973 - <https://pdfs.semanticscholar.org/1c08/0ebc575e1524f09cc1cb250cd087551b0989.pdf>)

## Некоторые компании начали понимать



McKinsey. Automation of knowledge work - *"These capabilities not only extend computing into new realms ..., but also create **new relationships between knowledge workers and machines**. It is increasingly possible to interact with a machine the way one would with a **coworker**"*

Эти возможности не только расширяют вычисления в новые сферы ..., но также создают **новые отношения между работниками знаний и машинами**. Все чаще можно взаимодействовать с машиной так, как это было бы с **коллегой**.

(McKinsey Global Institute (May 2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. (p.41) Retrieved from [http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/disruptive\\_technologies](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies))

IBM. "At IBM, we are guided by the term *"augmented intelligence"* rather than *"artificial intelligence"*. It is the critical difference between systems that **enhance and scale human expertise** rather than those that attempt to replicate all of human intelligence. We focus on **building practical AI applications that assist people** with well-defined tasks, and in the process, expose a range of generalized AI services on a platform to support a wide range of new applications"

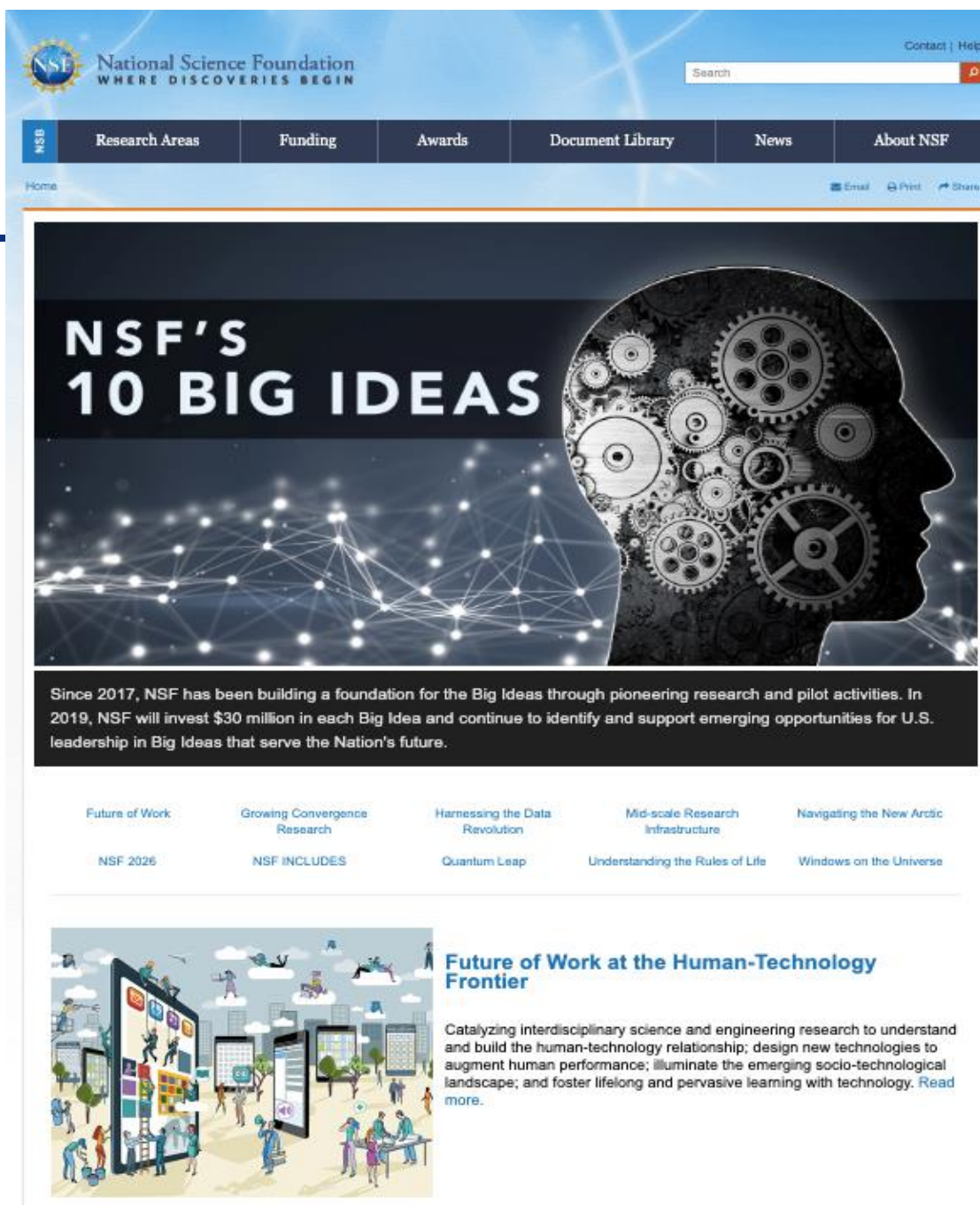
В IBM мы руководствуемся термином "Дополненный интеллект", а не "Искусственный интеллект". Это критическое различие между системами, которые **расширяют и дополняют человеческий опыт**, а не те, которые пытаются копировать человеческий интеллект. Мы фокусируемся на **создании практических приложений ИИ, которые помогают людям** с четко определенными задачами и в процессе предоставляют широкий спектр обобщенных служб ИИ на платформе для поддержки широкого спектра новых приложений.



IBM, (2018). Cognitive computing. Preparing for the Future of Artificial Intelligence. Retrieved from <http://research.ibm.com/cognitive-computing/ostp/rfi-response.shtml>

## Сейчас: NSF

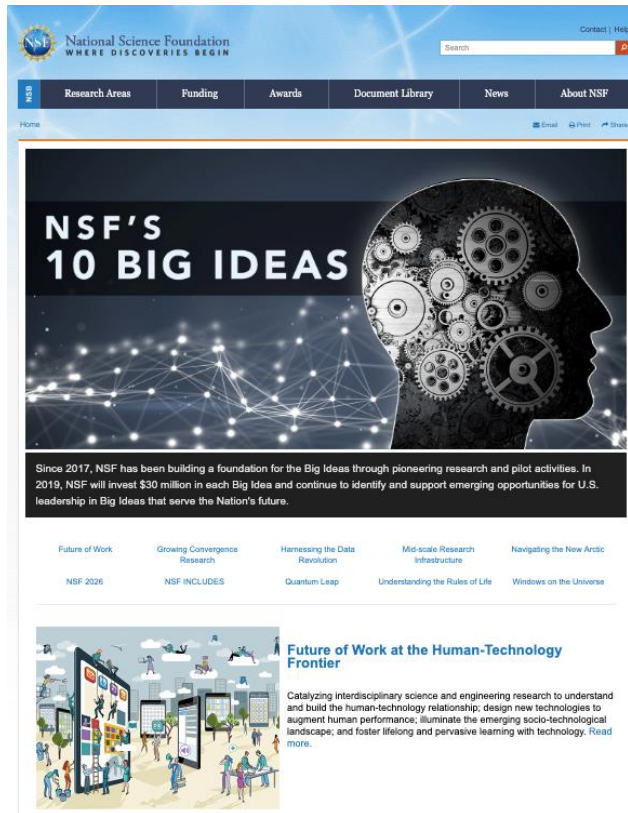
[https://www.nsf.gov/news/special\\_reports/big\\_ideas/index.jsp](https://www.nsf.gov/news/special_reports/big_ideas/index.jsp)



The screenshot shows the National Science Foundation (NSF) website. The header includes the NSF logo, the text "National Science Foundation WHERE DISCOVERIES BEGIN", a search bar, and links for "Contact" and "Help". A navigation menu contains "Research Areas", "Funding", "Awards", "Document Library", "News", and "About NSF". The main content area features a large banner for "NSF'S 10 BIG IDEAS" with a graphic of a human head profile filled with gears and a network of nodes. Below the banner, a text block states: "Since 2017, NSF has been building a foundation for the Big Ideas through pioneering research and pilot activities. In 2019, NSF will invest \$30 million in each Big Idea and continue to identify and support emerging opportunities for U.S. leadership in Big Ideas that serve the Nation's future." A grid of ten categories follows: "Future of Work", "Growing Convergence Research", "Harnessing the Data Revolution", "Mid-scale Research Infrastructure", "Navigating the New Arctic", "NSF 2026", "NSF INCLUDES", "Quantum Leap", "Understanding the Rules of Life", and "Windows on the Universe". The "Future of Work" category is expanded, showing an illustration of people interacting with large digital screens and the title "Future of Work at the Human-Technology Frontier". The description for this category reads: "Catalyzing interdisciplinary science and engineering research to understand and build the human-technology relationship; design new technologies to augment human performance; illuminate the emerging socio-technological landscape; and foster lifelong and pervasive learning with technology. [Read more.](#)"



## Сейчас: NSF



## Сейчас: DARPA

<https://www.darpa.mil/work-with-us/ai-next-campaign>

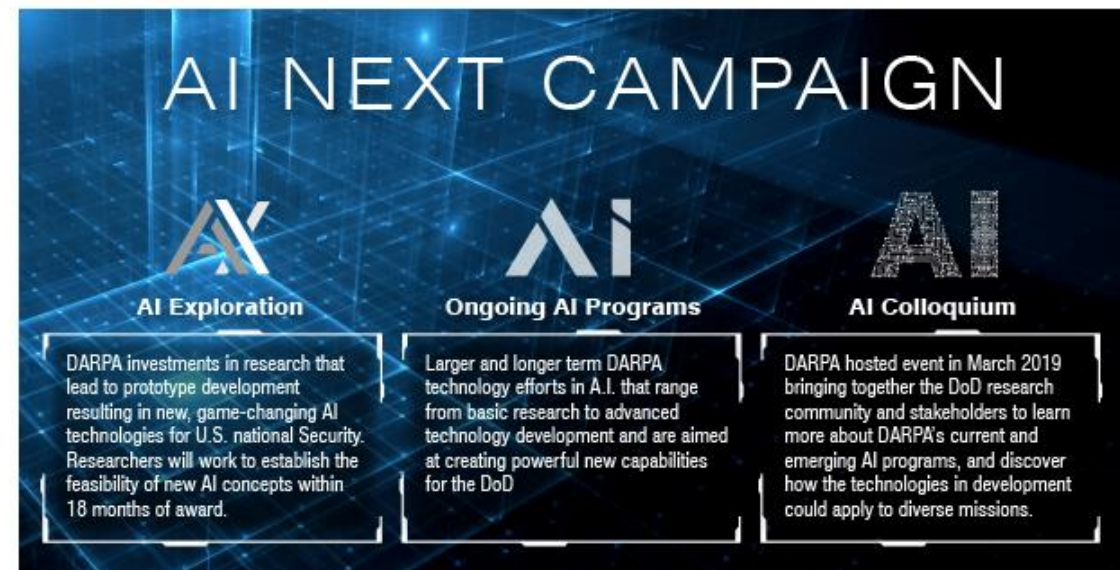


DEFENSE ADVANCED  
RESEARCH PROJECTS AGENCY

ABOUT US / OUR RESEARCH /

Defense Advanced Research Projects Agency > Work With Us

## AI Next Campaign



**AI NEXT CAMPAIGN**

| <br>AI Exploration                                                                                                                                         | <br>Ongoing AI Programs                                                                                | <br>AI Colloquium                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DARPA investments in research that lead to prototype development resulting in new, game-changing AI technologies for U.S. national Security. Researchers will work to establish the feasibility of new AI concepts within 18 months of award. | Larger and longer term DARPA technology efforts in A.I. that range from basic research to advanced technology development and are aimed at creating powerful new capabilities for the DoD | DARPA hosted event in March 2019 bringing together the DoD research community and stakeholders to learn more about DARPA's current and emerging AI programs, and discover how the technologies in development could apply to diverse missions. |

For more than five decades, DARPA has been a leader in generating groundbreaking research and development (R&D) that facilitated the advancement and application of rule-based and statistical-learning based AI technologies. Today, DARPA continues to lead innovation in AI research as it funds a broad portfolio of R&D programs, ranging from basic research to advanced technology development. DARPA believes this future, where systems are capable of acquiring new knowledge through generative contextual and explanatory models, will be realized upon the development and application of "Third Wave" AI technologies.



## Сейчас: DARPA



Defense Advanced Research Projects Agency > Work With Us

### AI Next Campaign



For more than five decades, DARPA has been a leader in generating groundbreaking research and development (R&D) that facilitated the advancement and application of rule-based and statistical-learning based AI technologies. Today, DARPA continues to lead innovation in AI research as it funds a broad portfolio of R&D programs, ranging from basic research to advanced technology development. DARPA is currently focused on three key areas of research and development through generative AI, machine learning, and the application of "Third Wave" AI.

DARPA envisions a future in which machines are more than just tools that execute human-programmed rules or generalize from human-curated data sets. Rather, the **machines DARPA envisions will function more as colleagues than as tools**. Towards this end, DARPA research and development in **human-machine symbiosis** sets a goal **to partner with machines**.

...

DARPA is focusing its investments on a third wave of AI that brings forth machines that understand and reason in context.

<https://www.darpa.mil/news-events/2018-09-07>



DEFENSE ADVANCED  
RESEARCH PROJECTS AGENCY

ABOUT US / OUR RESEARCH /

Defense Advanced Research Projects Agency > News And Events

## DARPA Announces \$2 Billion Campaign to Develop Next Wave of AI Technologies

*DARPA's multi-year strategy seeks contextual reasoning in AI systems to create more trusting, collaborative partnerships between humans and machines*

OUTREACH@DARPA.MIL  
9/7/2018



## Сейчас: Whitehouse

<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/06/National-AI-Research-and-Development-Strategic-Plan-2019-Update-June-2019.pdf?fbclid=IwAR3qk0nDr8-sGAqaJnch2m8-asO1JS1D9DjvapEEBth2CA9y5M6-thfhKIY>



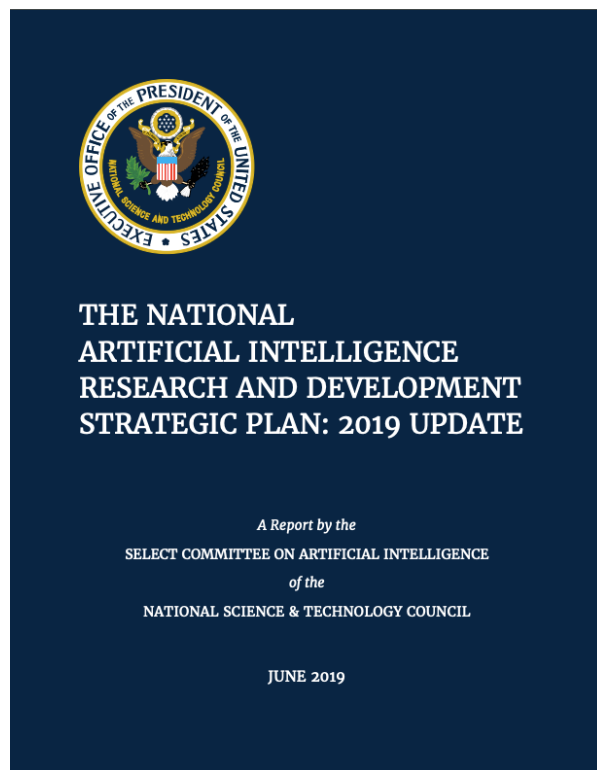
## THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH AND DEVELOPMENT STRATEGIC PLAN: 2019 UPDATE

*A Report by the*  
SELECT COMMITTEE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
*of the*  
NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL

JUNE 2019



# Сейчас: Whitehouse



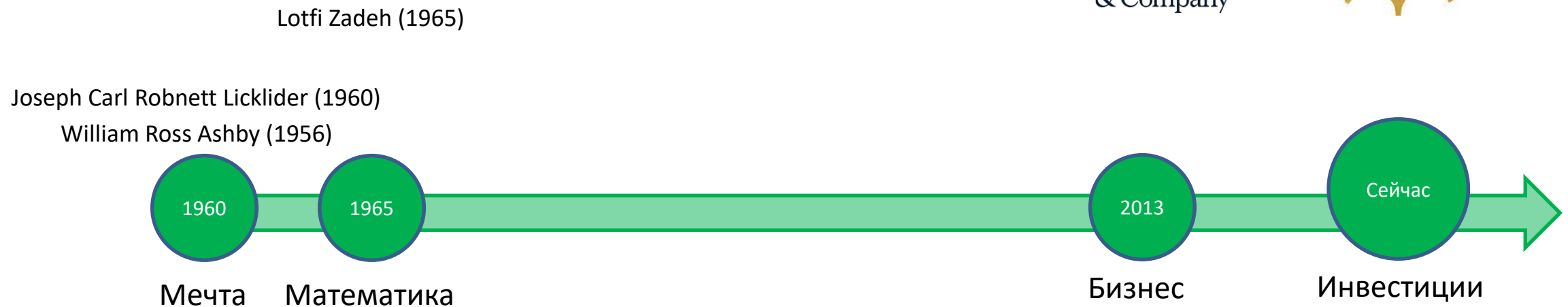
Strategy 2: Develop effective methods for human-AI collaboration. Increase understanding of how to create AI systems that **effectively complement and augment human capabilities.**

<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2019/06/National-AI-Research-and-Development-Strategic-Plan-2019-Update-June-2019.pdf?fbclid=IwAR3qkOnDr8-sGAqaJnch2m8-asO1JS1D9DjvapEEBth2CA9y5M6-thfhKIY>

## Table of Contents

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Executive Summary .....                                                                                                                               | iii |
| Introduction to the 2019 National AI R&D Strategic Plan .....                                                                                         | 1   |
| AI R&D Strategy .....                                                                                                                                 | 5   |
| Strategy 1: Make Long-Term Investments in AI Research .....                                                                                           | 7   |
| 2019 Update: Sustaining long-term investments in fundamental AI research .....                                                                        | 7   |
| Advancing data-focused methodologies for knowledge discovery .....                                                                                    | 9   |
| Enhancing the perceptual capabilities of AI systems .....                                                                                             | 9   |
| Understanding theoretical capabilities and limitations of AI .....                                                                                    | 10  |
| Pursuing research on general-purpose artificial intelligence .....                                                                                    | 10  |
| Developing scalable AI systems .....                                                                                                                  | 11  |
| Fostering research on human-like AI .....                                                                                                             | 11  |
| Developing more capable and reliable robots .....                                                                                                     | 11  |
| Advancing hardware for improved AI .....                                                                                                              | 12  |
| Creating AI for improved hardware .....                                                                                                               | 12  |
| Strategy 2: Develop Effective Methods for Human-AI Collaboration .....                                                                                | 14  |
| 2019 Update: Developing AI systems that complement and augment human capabilities, with increasing focus on the future of work .....                  | 14  |
| Seeking new algorithms for human-aware AI .....                                                                                                       | 17  |
| Developing AI techniques for human augmentation .....                                                                                                 | 17  |
| Developing techniques for visualization and human-AI interfaces .....                                                                                 | 18  |
| Developing more effective language processing systems .....                                                                                           | 18  |
| Strategy 3: Understand and Address the Ethical, Legal, and Societal Implications of AI .....                                                          | 19  |
| 2019 Update: Addressing ethical, legal, and societal considerations in AI .....                                                                       | 19  |
| Improving fairness, transparency, and accountability by design .....                                                                                  | 21  |
| Building ethical AI .....                                                                                                                             | 21  |
| Designing architectures for ethical AI .....                                                                                                          | 21  |
| Strategy 4: Ensure the Safety and Security of AI Systems .....                                                                                        | 23  |
| 2019 Update: Creating robust and trustworthy AI systems .....                                                                                         | 23  |
| Improving explainability and transparency .....                                                                                                       | 25  |
| Building trust .....                                                                                                                                  | 25  |
| Enhancing verification and validation .....                                                                                                           | 25  |
| Securing against attacks .....                                                                                                                        | 26  |
| Achieving long-term AI safety and value-alignment .....                                                                                               | 26  |
| Strategy 5: Develop Shared Public Datasets and Environments for AI Training and Testing .....                                                         | 27  |
| 2019 Update: Increasing access to datasets and associated challenges .....                                                                            | 27  |
| Developing and making accessible a wide variety of datasets to meet the needs of a diverse spectrum of AI interests and applications .....            | 29  |
| Making training and testing resources responsive to commercial and public interests .....                                                             | 30  |
| Developing open-source software libraries and toolkits .....                                                                                          | 30  |
| Strategy 6: Measure and Evaluate AI Technologies through Standards and Benchmarks .....                                                               | 32  |
| 2019 Update: Supporting development of AI technical standards and related tools .....                                                                 | 32  |
| Developing a broad spectrum of AI standards .....                                                                                                     | 33  |
| Establishing AI technology benchmarks .....                                                                                                           | 34  |
| Increasing the availability of AI testbeds .....                                                                                                      | 34  |
| Engaging the AI community in standards and benchmarks .....                                                                                           | 35  |
| Strategy 7: Better Understand the National AI R&D Workforce Needs .....                                                                               | 37  |
| 2019 Update: Advancing the AI R&D workforce, including those working on AI systems and those working alongside them, to sustain U.S. leadership ..... | 37  |
| Strategy 8: Expand Public-Private Partnerships to Accelerate Advances in AI .....                                                                     | 40  |
| Abbreviations .....                                                                                                                                   | 43  |

# Гибридный Интеллект: от мечты к инвестициям





# Гибридный Интеллект: основные проблемы

Два полюса:

Люди делают все



Не масштабируемо  
Не надежно  
Коррупционно  
...

ИИ делает все



Не реалистично сейчас

## Аналогия: мечта летать



Древняя Греция



Начало XX века



Сейчас



## Люди летают (Wingsuit)



## Урок:



- Очень дорого
- Очень рискованно
- Нет практического смысла



- Дешево
- Безопасно
- Практично

ИИ как мечта

- Artificial Intelligence
- Augmented Intelligence



## Выводы

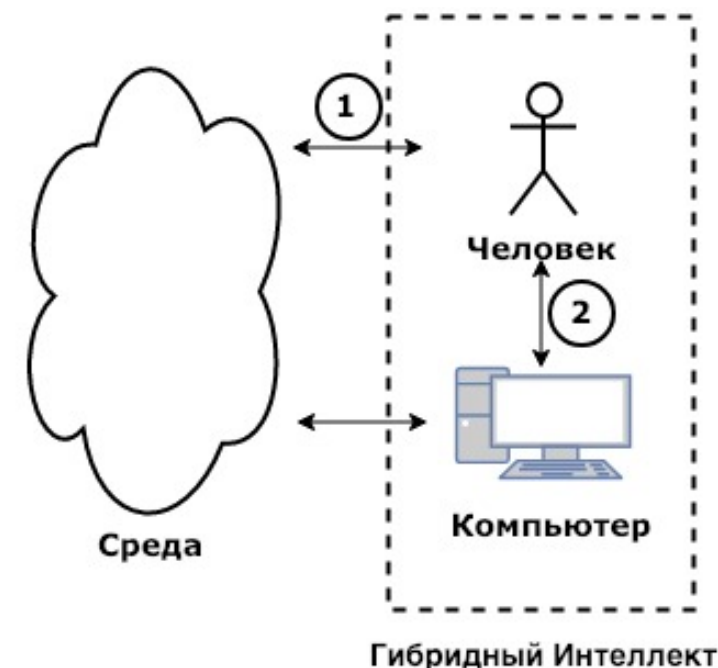
- Augmented Intelligence/ Гибридный интеллект - это не «модный термин». Это старый термин (Ashby, W.R., (1956), Licklider, J.C.R., (1960), etc.)
- Это означает прагматический аспект интеллектуальных систем
- Это означает переосмысление задач: синергия между компьютерной и человеческой компонентами.

Проблема 1 (Perception modelling):

Как человек описывает объекты? Можем мы описывать объекты наиболее надежным и эффективным для последующей обработки образом?

Проблема 2 (Perception-base computing):

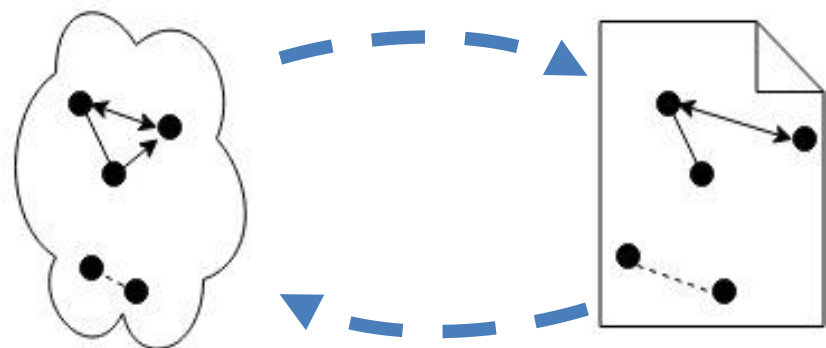
Как мы обрабатываем perception-based описания (например, ищем или обобщаем)? Можем мы оптимизировать такие вычисления?



## Обсуждение проблем

Рельный мир

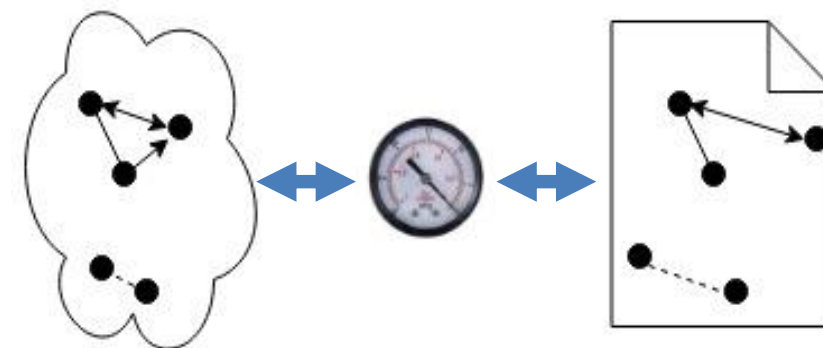
Модель



Рельный мир

Измерение

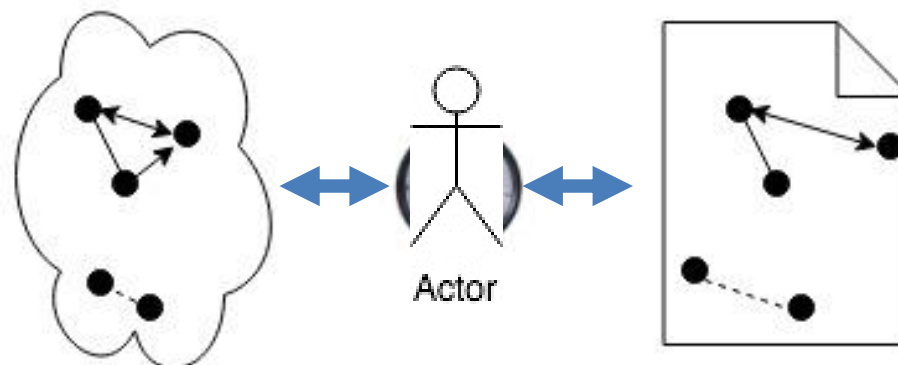
Модель



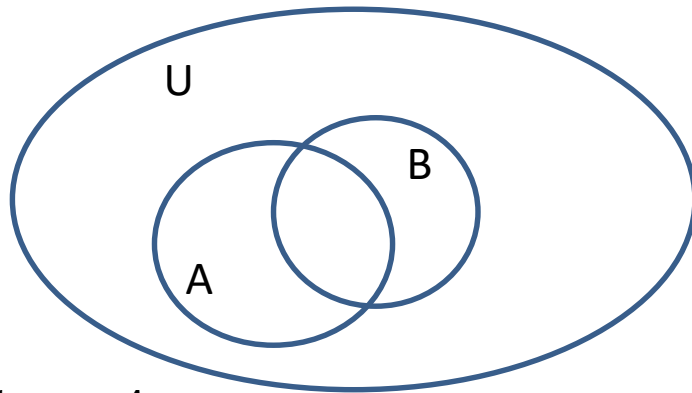
Рельный мир

Измерение

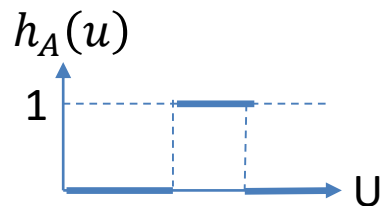
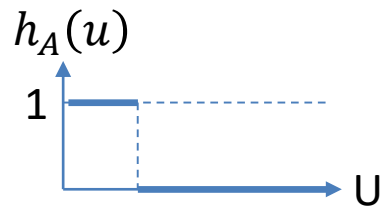
Модель



# Теория нечетких множеств – математика Гибридного Интеллекта



$$h_A(u) = \begin{cases} 1, & u \in A \\ 0, & u \notin A \end{cases} \quad h_A: U \rightarrow \{0,1\}$$

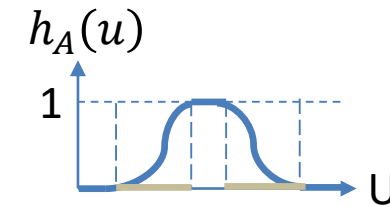
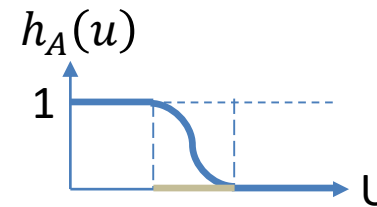


$$A \cap B \leftrightarrow \text{«И»}$$

$$A \cup B \leftrightarrow \text{«ИЛИ»}$$

$$\neg A \leftrightarrow \text{«НЕ»}$$

$$\mu_A: U \rightarrow [0,1]$$

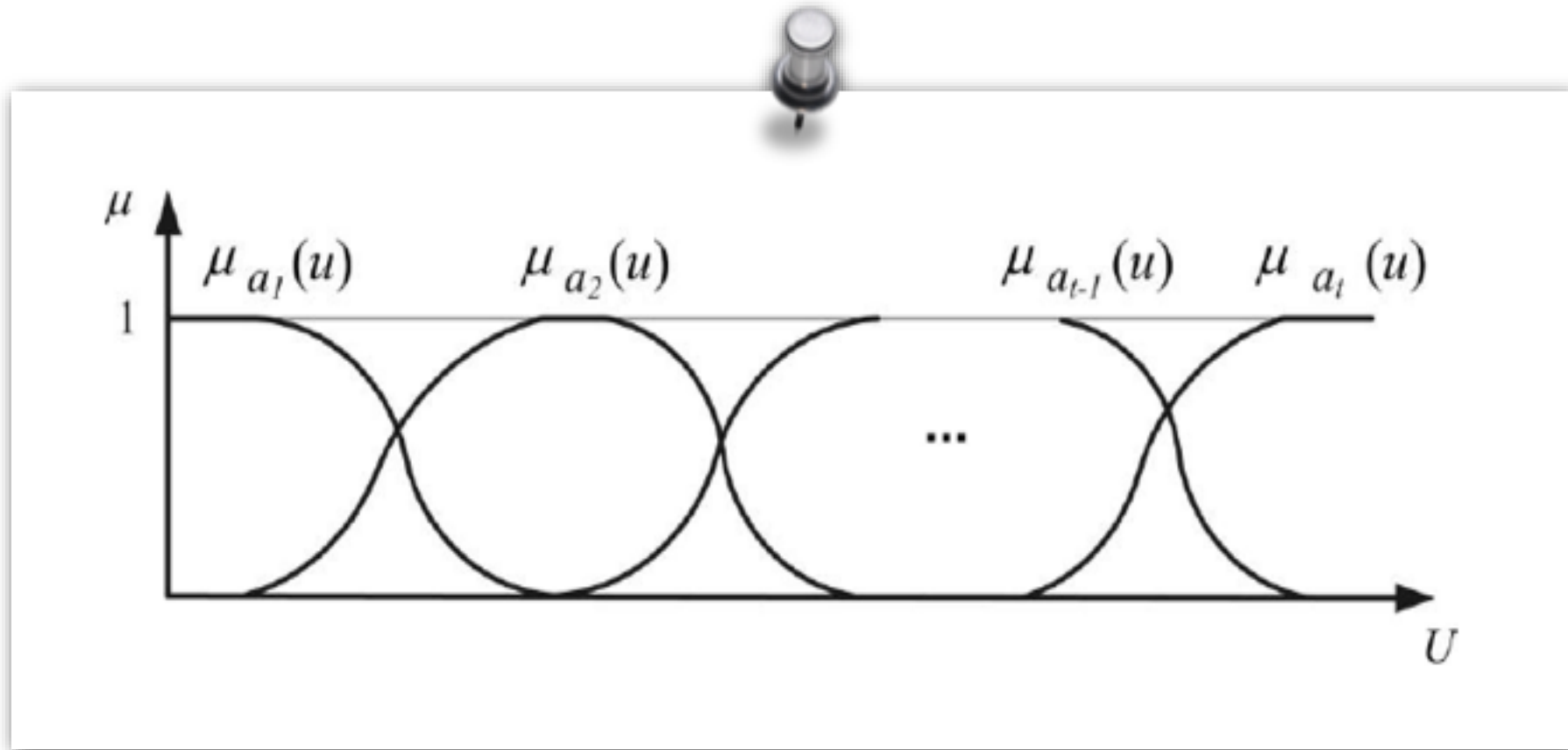


$$\mu_A: U \rightarrow \mathcal{M}$$

$$\begin{cases} \mu_{A \cap B}(u) = \min\{\mu_A(u), \mu_B(u)\} \\ \mu_{A \cup B}(u) = \max\{\mu_A(u), \mu_B(u)\} \\ \mu_{\neg A}(u) = 1 - \mu_A(u) \end{cases}$$

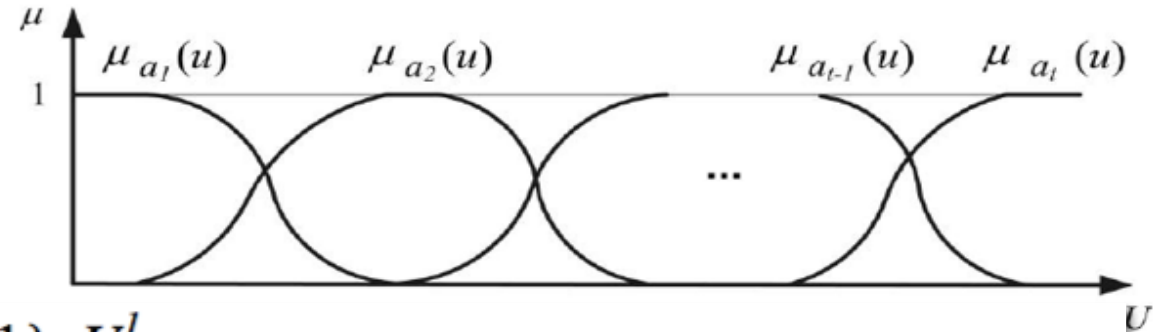
$$\begin{cases} \mu_{A \cap B}(u) = \mu_A(u) \times \mu_B(u) \\ \mu_{A \cup B}(u) = \mu_A(u) + \mu_B(u) - 1 \\ \mu_{\neg A}(u) = 1 - \mu_A(u) \end{cases}$$

## Проблема 1: формализация





## Проблема 1: формализация



1.  $\forall \mu_j (1 \leq j \leq t) \exists U_j^l \neq \emptyset$ , где  $U_j^l = \{u \in U : \mu_j = 1\}$ ,  $U_j^l$  есть отрезок или точка;
2.  $\forall j (1 \leq j \leq t)$   $\mu_j$  не убывает слева от  $U_j^l$  и не возрастает справа от  $U_j^l$  (так как, согласно 1,  $U_j^l$  является отрезком или точкой, понятия “слева” и “справа” определяются однозначно).
3.  $\forall j (1 \leq j \leq t)$   $\mu_j$  имеет не более двух точек разрыва первого рода.

4.  $\forall u \in U \exists j (1 \leq j \leq t): \mu_j(u) > 0;$

G

5.  $\forall u \in U \sum_{j=1}^t \mu_j(u) = 1.$

## Проблема 1: Теорема существования

Пусть  $s_t \in G(L)$ . Под мерой неопределенности  $s_t$  будем понимать значение функционала  $\xi(s_t)$ , определенного на элементах  $G(L)$  и принимающего значения в  $[0,1]$  (то есть  $\xi : G(L) \rightarrow [0,1]$ ), удовлетворяющего следующим условиям (аксиомам):

A1.  $\xi(s_t) = 0$ , если  $s_t$  представляет собой совокупность характеристических функций;

A2. Пусть  $s_t, s'_{t'} \in G(L)$ ,  $t$  и  $t'$  могут быть равны или не равны друг другу. Тогда

$$\xi(s_t) \leq \xi(s'_{t'}), \text{ если } d(s_t, \hat{s}_t) \leq d(s'_{t'}, \hat{s}'_{t'}).$$

**Теорема 1 (существования).** Пусть  $s_t \in G(L)$ . Тогда функционал

$$\xi(s_t) = \frac{1}{|U|} \int_U f(\mu_{i_1^*}(u) - \mu_{i_2^*}(u)) du, \quad (1)$$

где  $\mu_{i_1^*}(u) = \max_{1 \leq j \leq t} \mu_j(u)$ ,  $\mu_{i_2^*}(u) = \max_{1 \leq j \leq t, j \neq i_1^*} \mu_j(u)$ ,

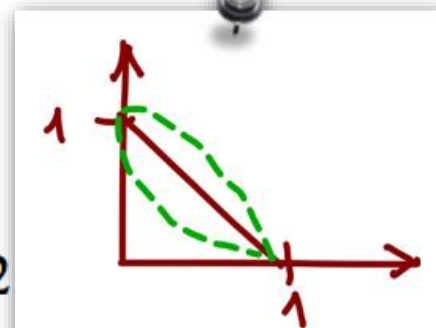
$f$  удовлетворяет следующим условиям:

F1.  $f(0)=1, f(1)=0$ ;

F2.  $f$  не убывает-

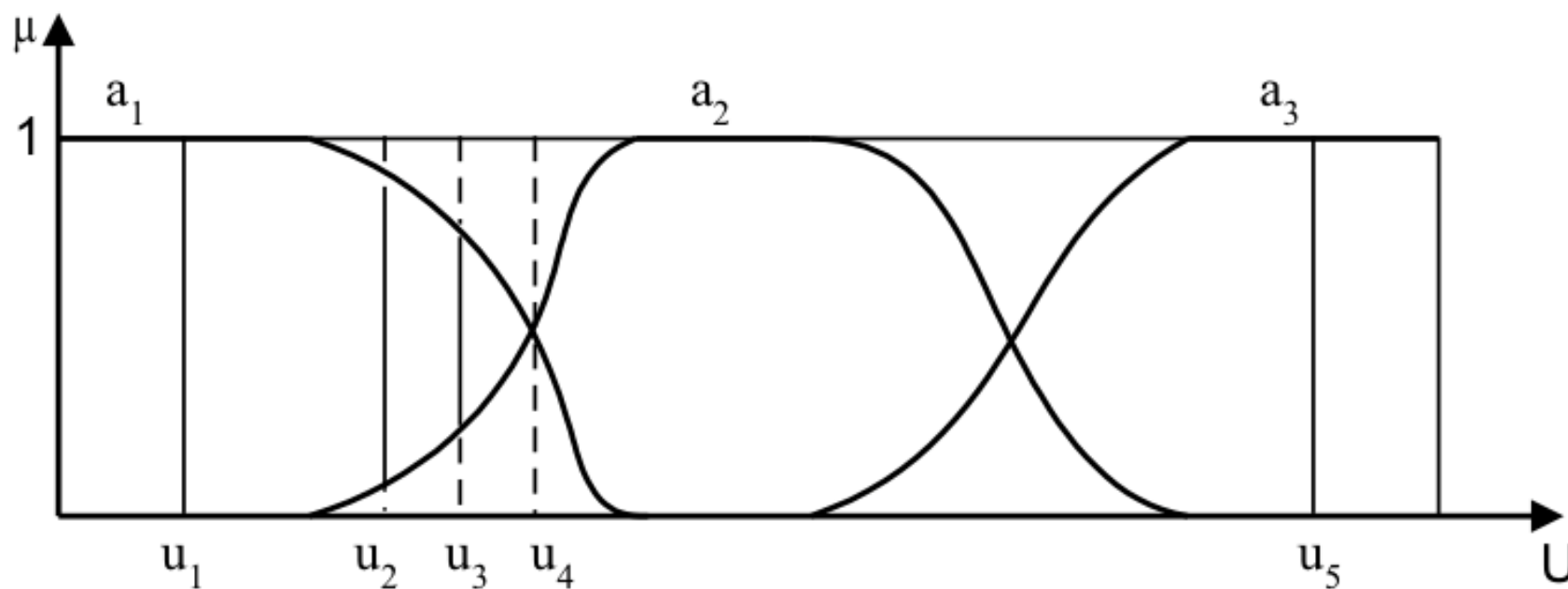
является мерой неопределенности  $s_t$ , то есть удовлетворяет аксиомам A1 и A2

(2)



## Проблема 1: интерпретация

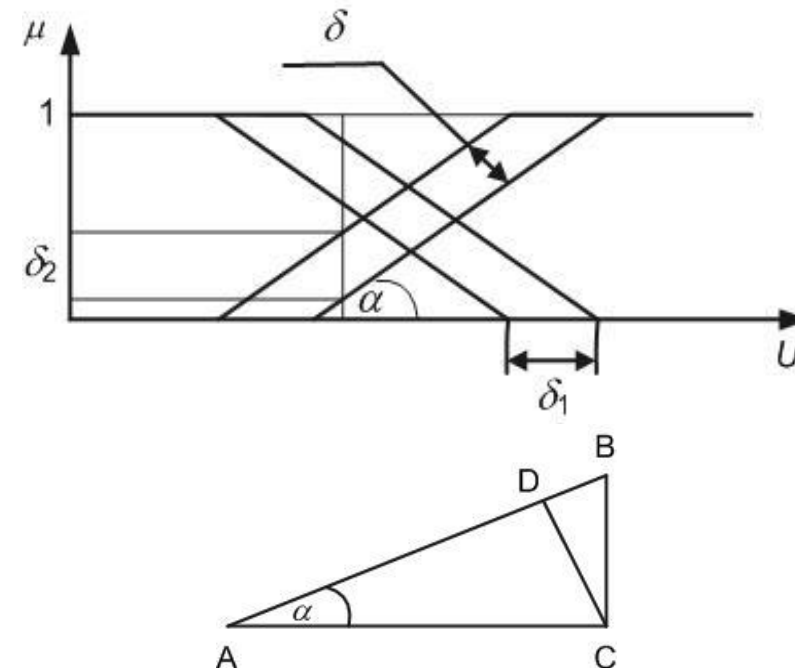
$$\xi(s_t) = \frac{1}{|U|} \int_U (1 - (\mu_{i_1^*}(u) - \mu_{i_2^*}(u))) du, \quad \eta(s_t, u) = 1 - (\mu_{i_1^*}(u) - \mu_{i_2^*}(u))$$



$$0 = \eta(s_t, u_5) = \eta(s_t, u_1) < \eta(s_t, u_2) < \eta(s_t, u_3) < \eta(s_t, u_4) = 1$$

# Проблема 1: устойчивость по Ляпунову (робастность)

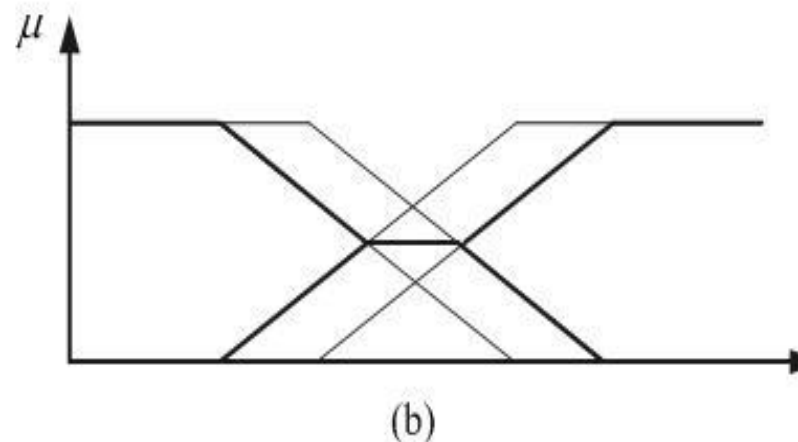
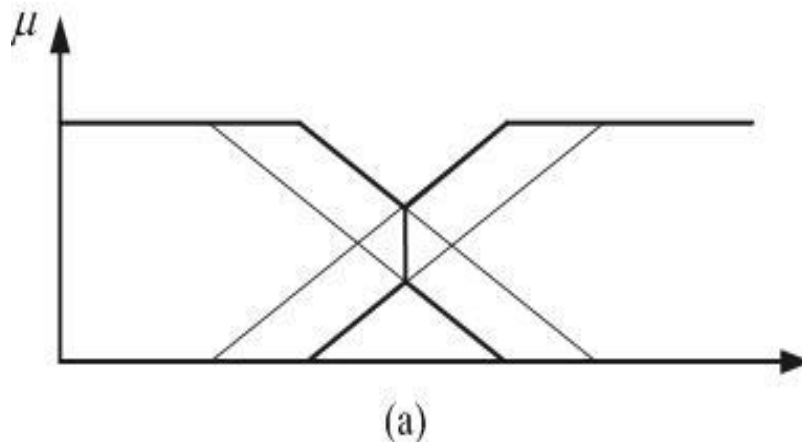
- Будем считать, что функции принадлежности могут находиться в некоторой «трубе» шириной  $\delta$ . Будем называть эту ситуацию  $\delta$  — моделью и обозначать  $G^\delta(L)$ .
- Параметры  $\delta$  — модели ( $\delta_1$  и  $\delta_2$ ) выражаются как функции от  $\delta$ . Используя элементарные геометрические рассуждения получаем:  $\delta_1 = \delta\sqrt{1+d^2}$ ,  $\delta_2 = \frac{\delta}{d}\sqrt{1+d^2}$ , и, как результат,  $\delta_1 = d\delta_2$ .





## Проблема 1: Верхние и нижние оценки

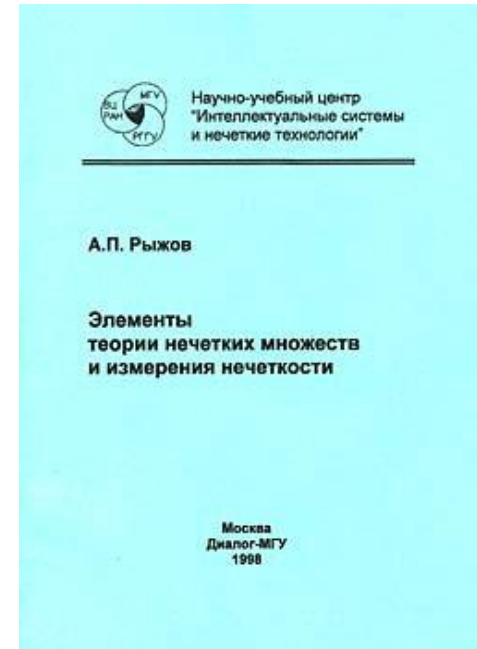
- В этой ситуации мы можем вычислить нижние ( $\underline{\xi}(s_t)$ ) и верхние ( $\bar{\xi}(s_t)$ ) оценки  $\xi(s_t)$ . Совокупности нечетких множеств из  $G^\delta(L)$ , имеющие минимальную ( $\underline{\eta}(s_t, u)$ ) и максимальную ( $\bar{\eta}(s_t, u)$ ) степень неопределенности представлены на а) и б) соответственно.
- Теорема 8. Пусть  $s_t \in G^\delta(\bar{L})$ . Тогда  $\underline{\xi}(s_t) = \frac{d(1-\delta_2)^2}{2|U|}$ ,  $\bar{\xi}(s_t) = \frac{d(1+\delta_2)}{2|U|}$



# Проблема 1

Можно ли, учитывая некоторые особенности восприятия человеком объектов реального мира и их описания, сформулировать правило выбора оптимального множества значений признаков, по которым описываются эти объекты? Возможны два критерия оптимальности:

- Критерий 1. Под оптимальными понимаются такие множества значений, используя которые человек испытывает минимальную неопределенность при описании объектов.
  - Критерий 2. Если объект описывается некоторым количеством экспертов, то под оптимальными понимаются такие множества значений, которые обеспечивают минимальную степень рассогласования описаний.
- 
- Показано [Рыжов, 1985] , что мы можем сформулировать методику выбора оптимального множества значений качественных признаков.
  - Более того, показано [Рыжов, 1991] , что такая методика является устойчивой, то есть возможные при построении функций принадлежности естественные маленькие ошибки не оказывают существенного влияния на выбор оптимального множества значений.
  - Множества, оптимальные по критериям 1 и 2 совпадают.



## Проблема 2: формализация и результаты

$$t=2 \quad \Pi_X(U) = H_X(U) = \frac{1}{|U|} \int_U \mu_{a_1}(u) \mu_{a_2}(u) N(u) du$$

$$t>2 \quad \Pi_X(U) = H_X(U) = \frac{1}{|U|} \sum_{j=1}^{t-1} (p_j + p_{j+1}) \times \int_U \mu_j(u) \mu_{j+1}(u) N(u) du$$

**Теорема 8.** Пусть  $s_t \in G(\bar{L})$ ,  $N(u) = N = \text{Const}$  и  $p_j = \frac{1}{t}$  ( $j=1, \dots, t$ ).

Тогда  $\Pi_X(U) = H_X(U) = \frac{ND}{3t|U|}$ , где  $D = \sum_{j=1}^{t-1} d_{j,j+1}$ ,  $d_{j,j+1} = |U_{j,j+1}|$ .

**Следствие 2.** Пусть выполняются условия теоремы 8. Тогда  $\Pi_X(U) = H_X(U) = \frac{2N}{3t} \xi(s_t)$ .

## Проблема 2: и результаты

**Теорема 10.** Пусть  $s_t \in G(\underline{L})$ ,  $N(u) = N = \text{Const}$  и  $p_j = \frac{1}{t}$  ( $j=1, \dots, t$ ). Тогда

$$\Pi_X(U) = H_X(U) = \frac{c}{t} \xi(s_t),$$

где  $c$  есть константа, зависящая только от  $N$ .

**Теорема 13.** Пусть  $X = \{a_1, a_2, \dots, a_t\}$ ,  $s_t \in G^\delta(\bar{L})$ ,  $N(u) = N = \text{Cons}$  и  $p_j = \frac{1}{t}$  ( $j=1, \dots, t$ ). Тогда

$$\underline{\Pi}_X(U) = \underline{H}_X(U) = \frac{ND(1 - \sigma_2)^3}{3t|U|}, \quad (19)$$

где  $D = \sum_{j=1}^{t-1} d_{j,j+1}$ ,  $d_{j,j+1} = |U_{j,j+1}|$ .

**Следствие 5.** Пусть выполняются условия теоремы 13. Тогда

$$\underline{\Pi}_X(U) = \underline{H}_X(U) = \frac{2N}{3t} (1 - \sigma_2) \underline{\xi}(s_t).$$

## Проблема 2: и результаты

**Теорема 14.** Пусть  $X = \{a_1, a_2, \dots, a_t\}$ ,  $s_t \in G^\delta(\bar{L})$ ,  $N(u) = N = \text{Const}$  и  $p_j = \frac{1}{t}$  ( $j=1, \dots, t$ ). Тогда

$$\bar{\Pi}_X(U) = \bar{\Pi}_X(U) = \frac{ND(1-\sigma_2)^3}{3t|U|} + \frac{2ND\sigma_2}{t|U|}, \quad (20)$$

где  $D = \sum_{j=1}^{t-1} d_{j,j+1}$ ,  $d_{j,j+1} = |U_{j,j+1}|$ .

**Следствие 6.** Пусть выполняются условия теоремы 14. Тогда

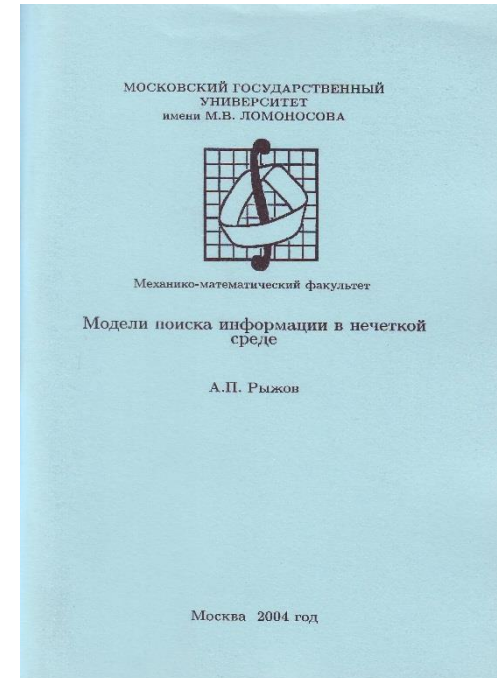
$$\bar{\Pi}_X(U) = \bar{\Pi}_X(U) = \frac{2N}{t(1+2\sigma_2)} \left[ \frac{(1-\sigma_2)^3}{3} + 2\sigma_2 \right] \bar{\xi}(s_t)$$



## Проблема 2

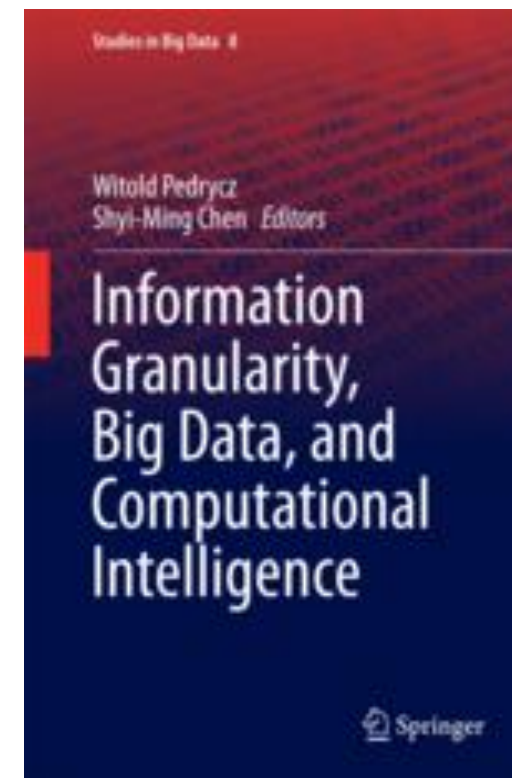
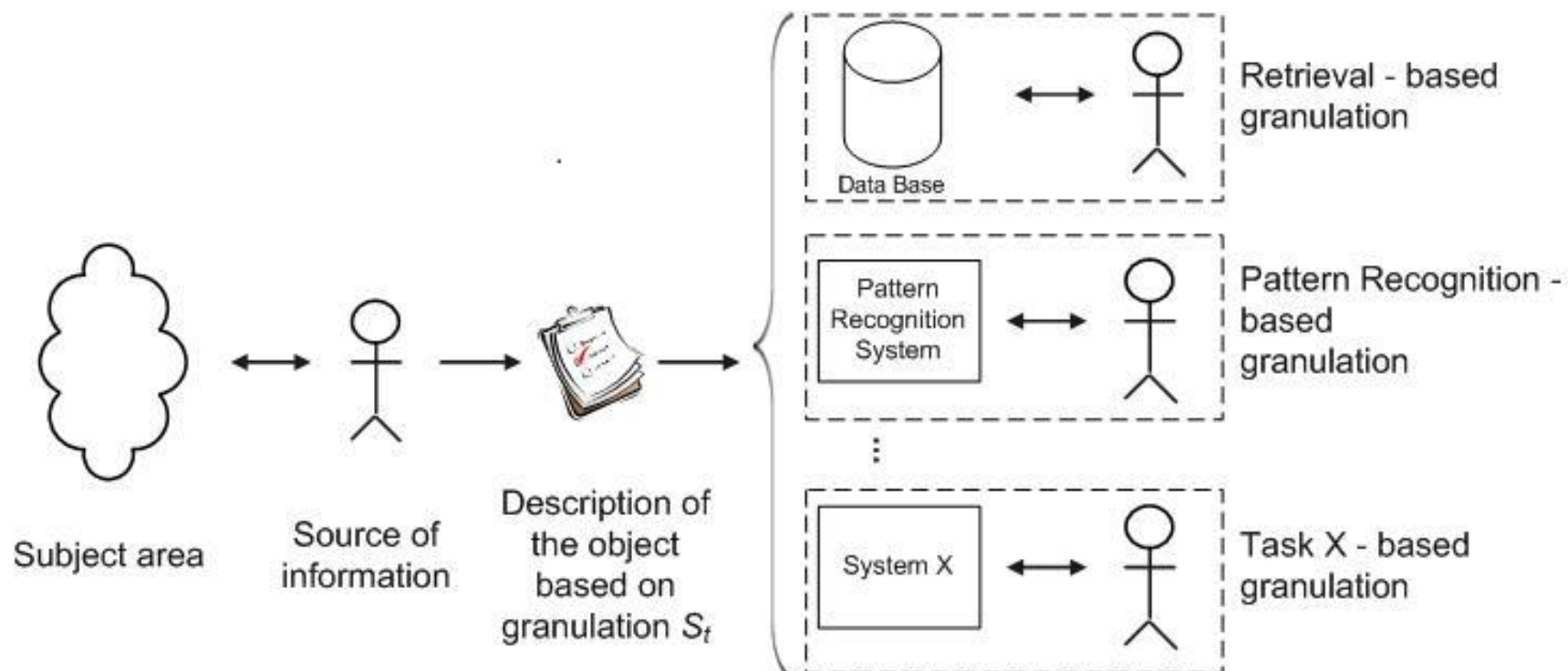
Можно ли определить показатели качества поиска информации в нечетких (лингвистических) базах данных и сформулировать правило выбора такого множества лингвистических значений, использование которого обеспечивало бы максимальные показатели качества поиска информации?

- Показано [Рыжов, 1992] , что можно ввести показатели качества поиска информации в нечетких (лингвистических) базах данных и формализовать их.
- Показано [Рыжов, 1992], что возможно сформулировать методику выбора оптимального множества значений качественных признаков, которое обеспечивает максимальные показатели качества поиска информации.
- Более того, показано [Рыжов, 1993], что такая методика является устойчивой, то есть возможные при построении функций принадлежности естественные маленькие ошибки не оказывают существенного влияния на выбор оптимального множества значений.



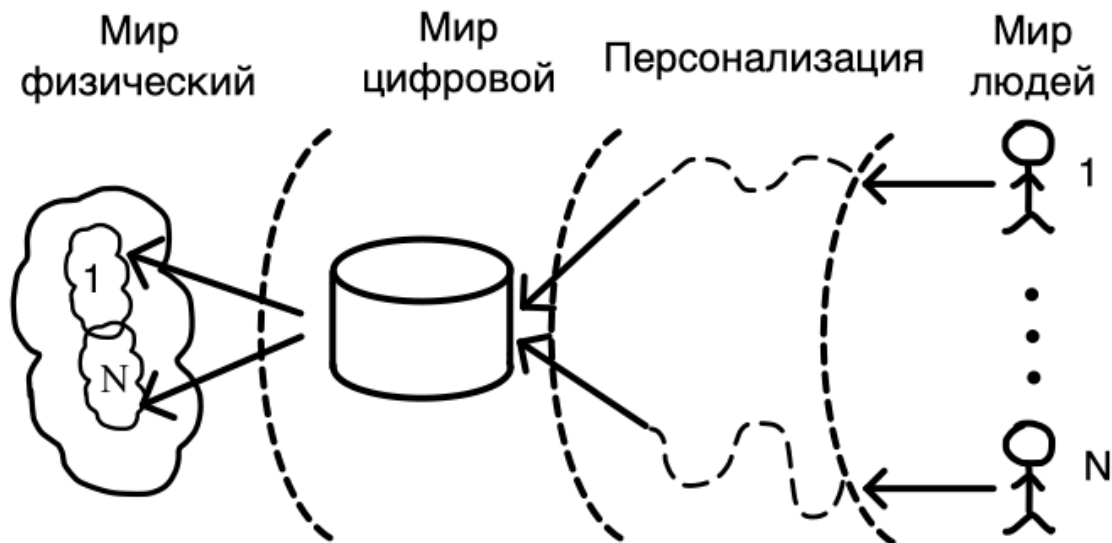
<http://www.intsys.msu.ru/staff/ryzhov/FuzzyRetrieval2010.htm>

## Обобщение проблемы 2



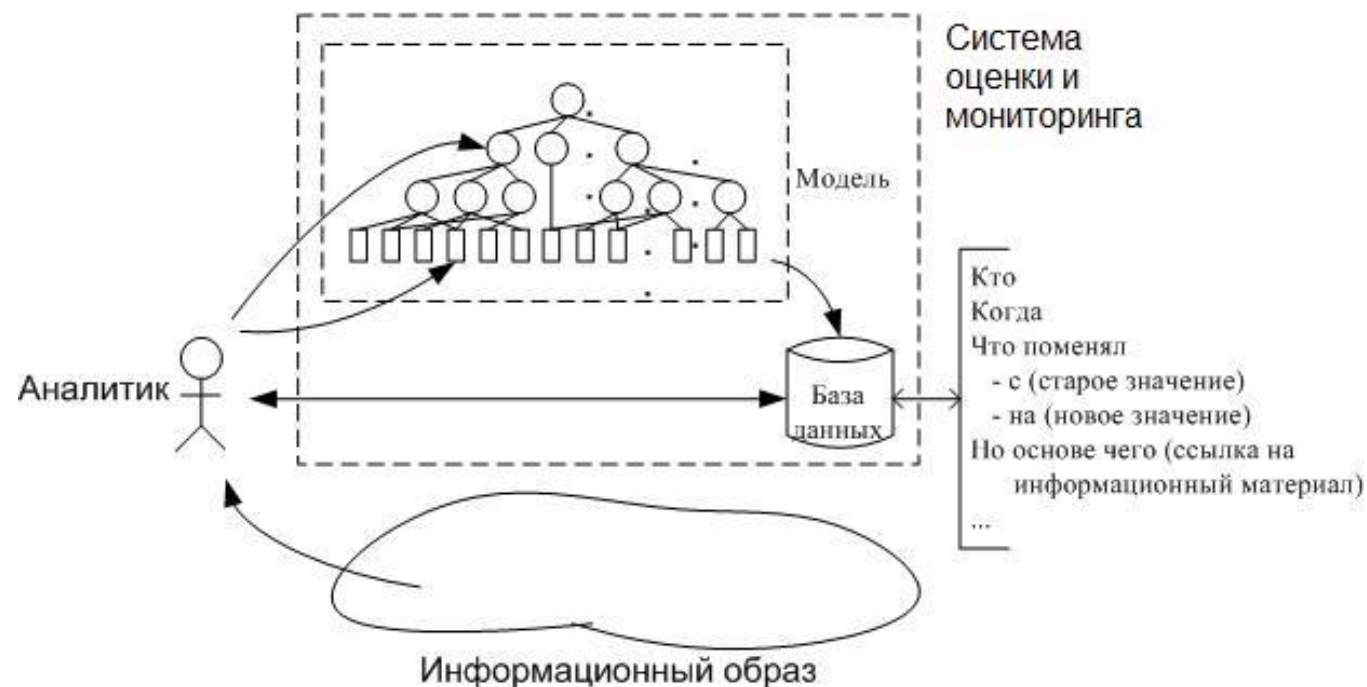
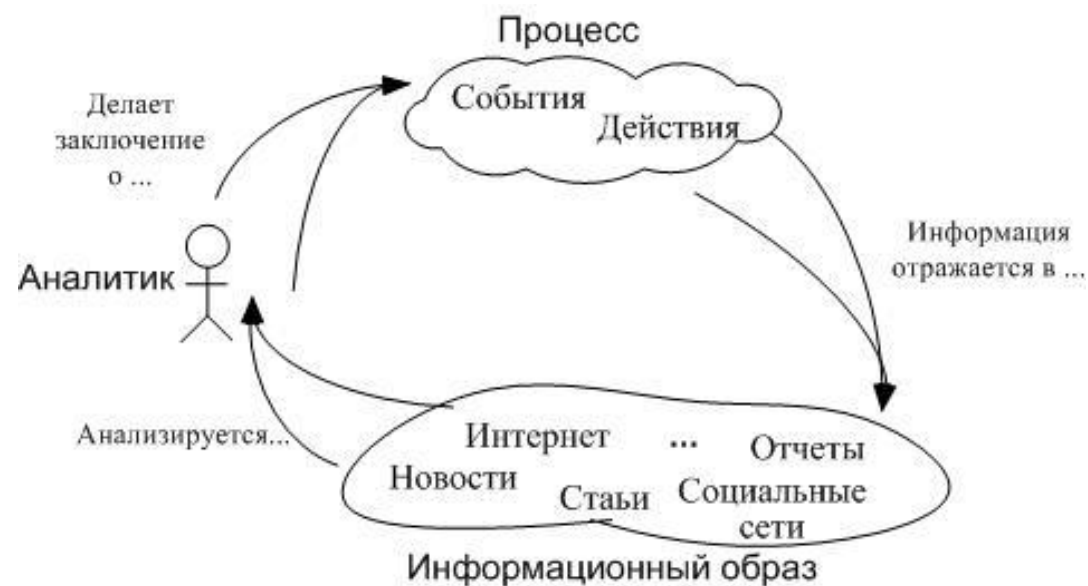
## Сценарии использования гибридного интеллекта

### Оценка и мониторинг сложных процессов



### Персонализация цифрового мира

# Оценка и мониторинг процессов



Рыжов А.П. Оценка и мониторинг процессов в социотехнических системах и связанные с ними задачи.

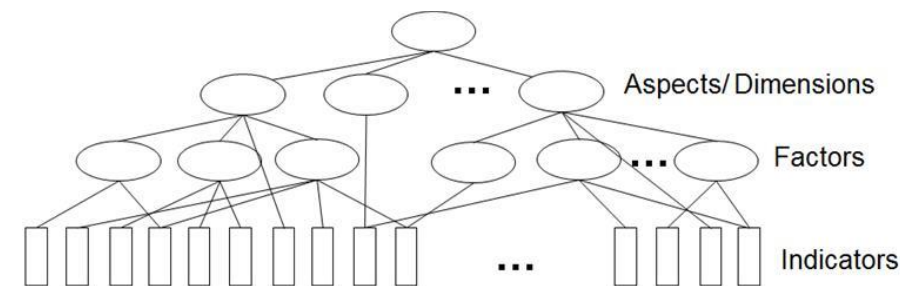
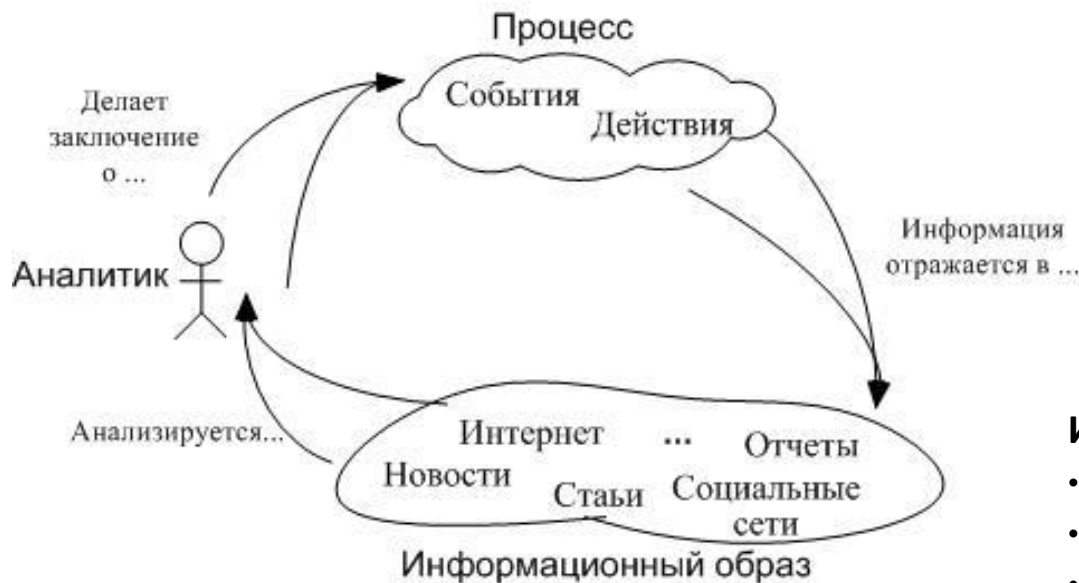
*Интеллектуальные Системы Теория и приложения.* Т. 22, Вып. 2, 2018, с. 129-139

<http://intsysjournal.ru/pdfs/22-2/Rizov.pdf>

# Оценка и мониторинг: основные понятия

**Процесс** имеет модель (сущности и их связи)

Описание модели возможно на естественном языке



**Информационный образ:**

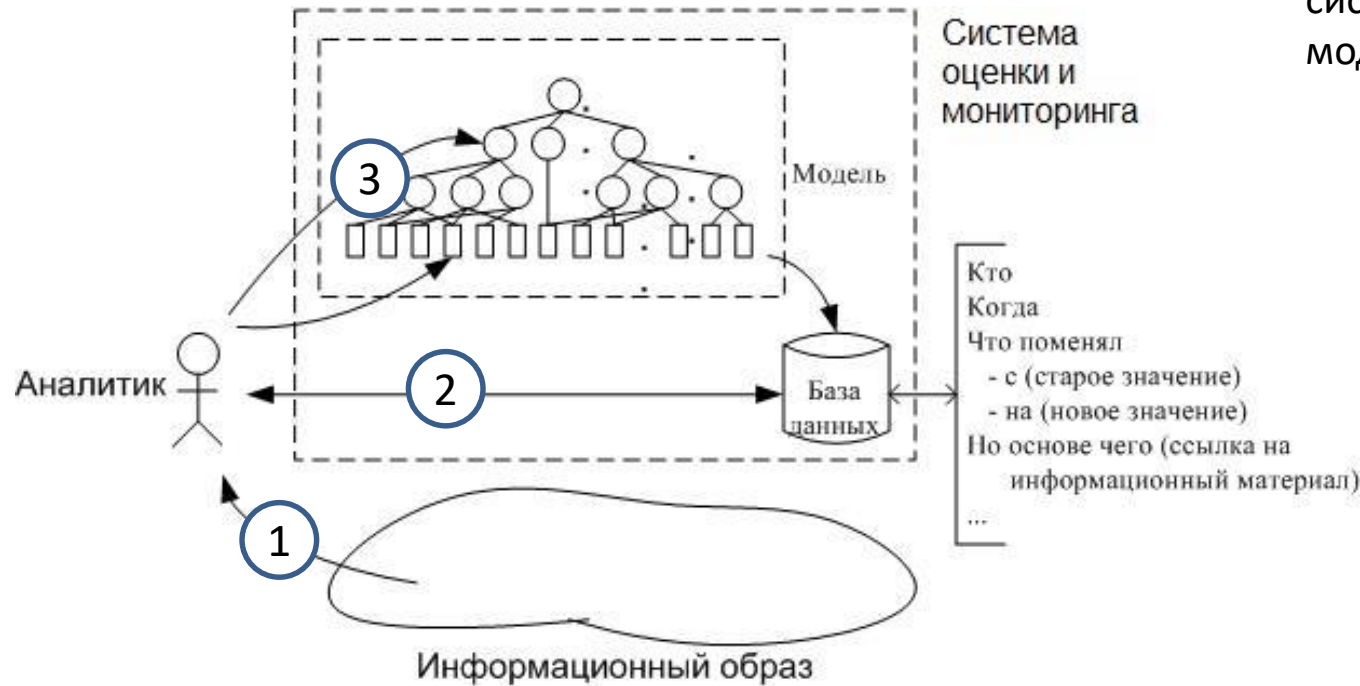
- разнообразие источников информации
- фрагментарность
- разноуровневость
- разная степень надежности
- возможная противоречивость
- изменяемость во времени
- возможная тенденциозность

**Аналитики** являются *активными элементами* систем оценки и мониторинга

Они могут образовывать некоторые структуры (министерства, агентства, ...). В этом случае аналитики «нижнего уровня» имеют дело с частью проблемы и работают с соответствующими элементами информационного пространства; аналитики «высокого уровня» имеют дело с большими фрагментами проблемы или проблемой в целом.



## Работа с системой



**Проблема 3.** Можно ли предложить процедуру агрегирования информации в нечетких иерархических динамических системах, позволяющую минимизировать противоречия в модели процесса?

Выделяются следующие подходы к решению этой проблемы, базирующиеся на различных интерпретациях операторов агрегирования информации [Рыжов, 1996]:

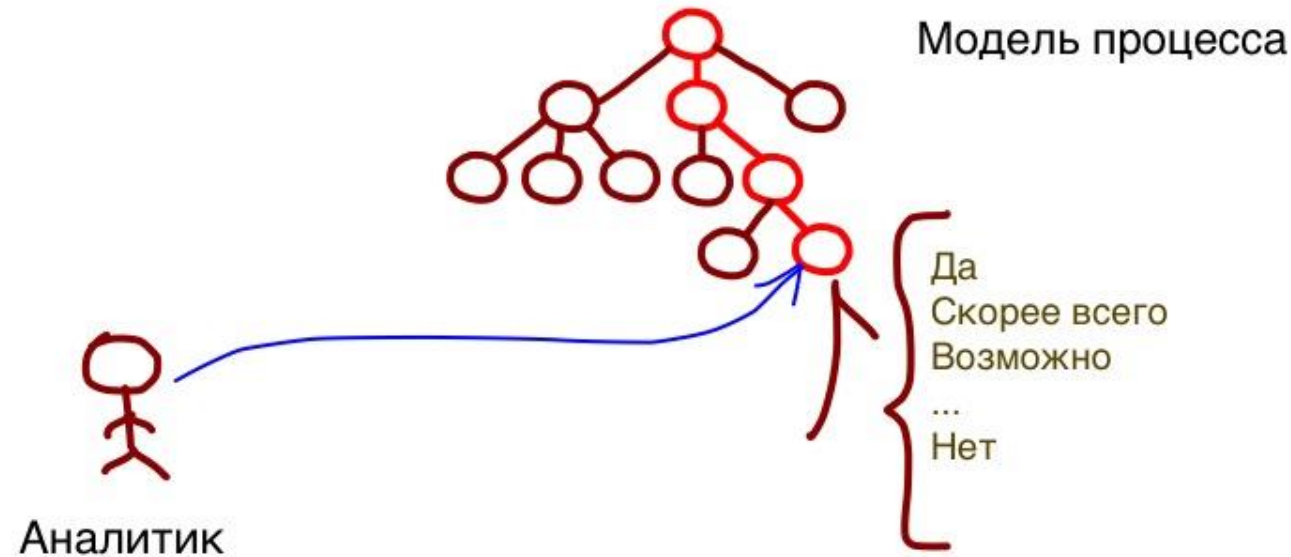
- геометрический;
- логический;
- на основе обучения:
  - обучение на основе генетических алгоритмов
  - обучение на основе нейронных сетей

### Результат:

Актуальное состояние процесса, подтвержденное ссылками на всю доступную информацию.

Рыжов А.П. Об агрегировании информации в нечетких иерархических системах. Интеллектуальные системы, Том 6, Вып. 1-4, 2001, с. 341 - 364 - [http://www.intsys.msu.ru/magazine/archive/v6\(1-4\)/ryzhov.pdf](http://www.intsys.msu.ru/magazine/archive/v6(1-4)/ryzhov.pdf)

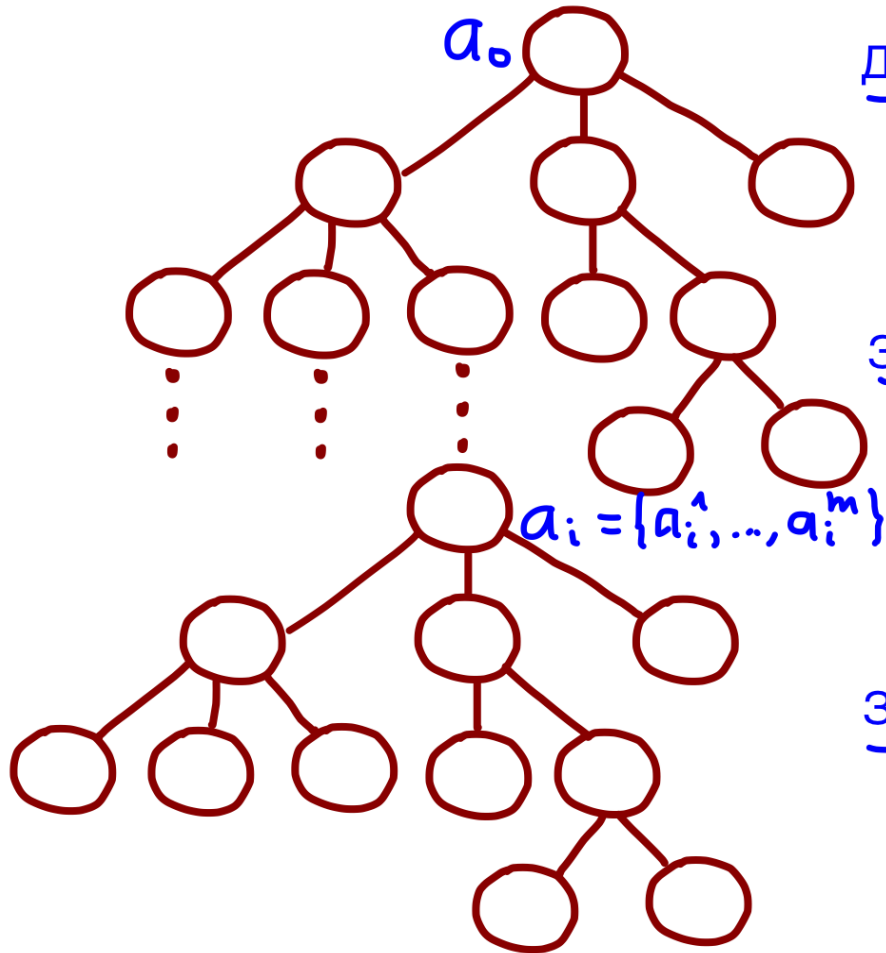
## СОиМ: анализ. Критические пути



**Критический путь** – малое изменение значения элемента вызывает изменение состояния всего процесса.

Знание таких элементов имеет большое практическое значение и позволяет выявить "слабые места" в процессе на текущий момент времени, разработать мероприятия по блокированию нежелательных ситуаций или провоцированию желательных, т.е. в некоторой степени управлять развитием процесса в интересах организации, его отслеживающей.

# СОиМ: анализ. Обратные задачи



Дано: (1)  $X$  - бюджет  
(2)  $\Delta C_i = C(a_i^k \rightarrow a_i^{k+1})$   
- СТОИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ

Задача 1: Найти  $\{a_{i_1}, \dots, a_{i_n}\}$ :

$$\Delta a_0 \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^n \Delta C_{ij} \leq X$$

Максимальный эффект  
за данный бюджет

Задача 2: Найти  $\{a_{i_1}, \dots, a_{i_n}\}$ :

$$\sum_{j=1}^n \Delta C_{ij} \rightarrow \min$$

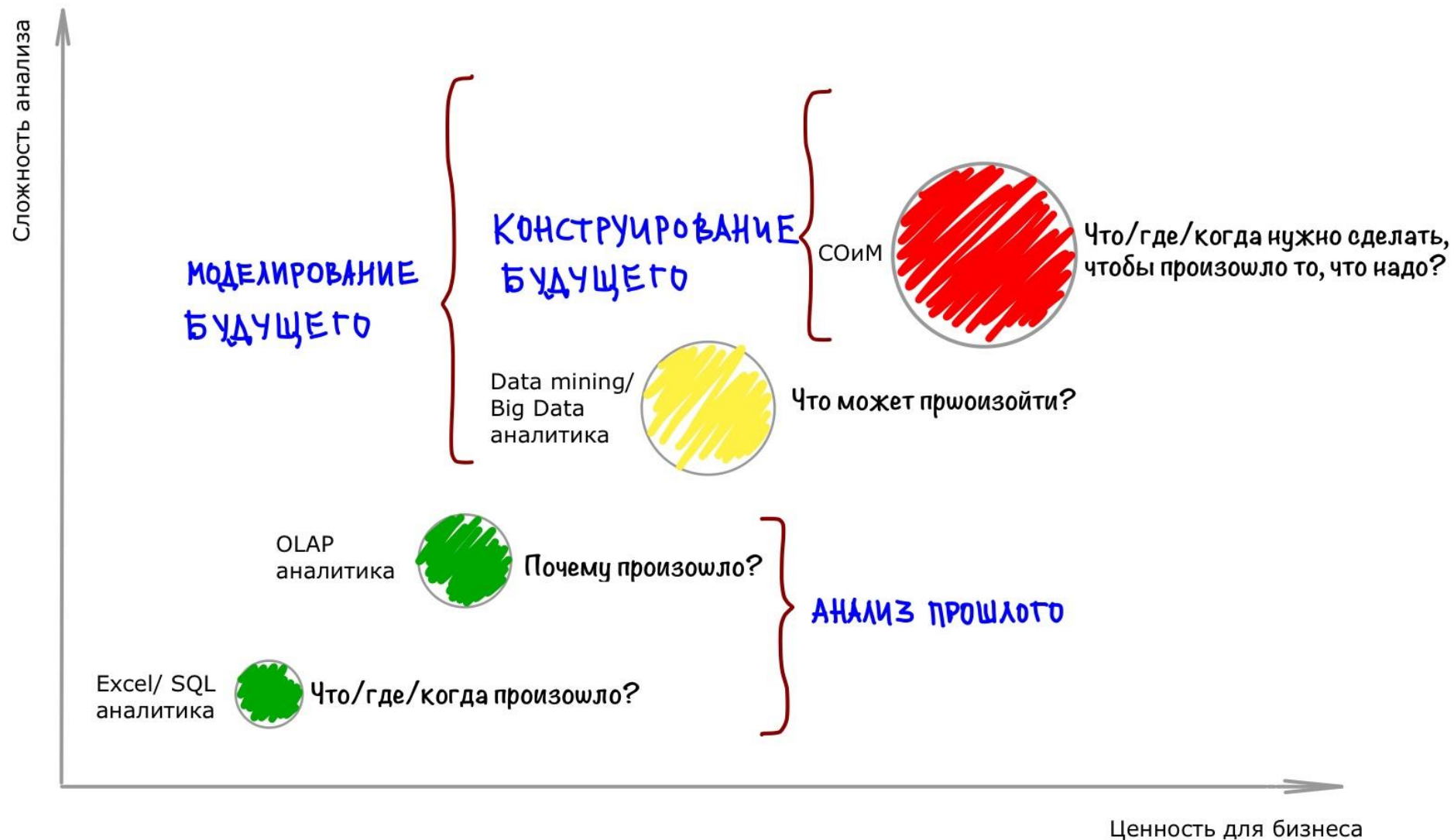
$$\Delta a_0 \geq \Delta a_0^*$$

Заданный эффект за  
минимальный бюджет

## СОиМ. Резюме

- Функционал СОиМ:
  - Решают задачу оценки и мониторинга
  - Позволяют аналитику вводить информацию из всех доступных источников естественным образом
  - Хранят историю развития процесса, оценивают его текущее состояние, прогнозируют и моделируют будущее
- СоИМ эффективны:
  - Когда нет/ нельзя построить математическую модель процесса в виде уравнений, автоматов и пр.
  - Когда есть аналитики, решающие задачу оценки и мониторинга на систематической основе
- Разработка СоИМ возможна:
  - Когда можно построить семантическую модель процесса в виде набора понятий и их взаимосвязей
  - Поступает и анализируется реальная информация - возможны обучение и настройка
- Возможна разработка оптимальных СоИМ с точки зрения (1) удобства ввода; (2) согласованности оценок (3) информационной поддержки ввода и моделирования

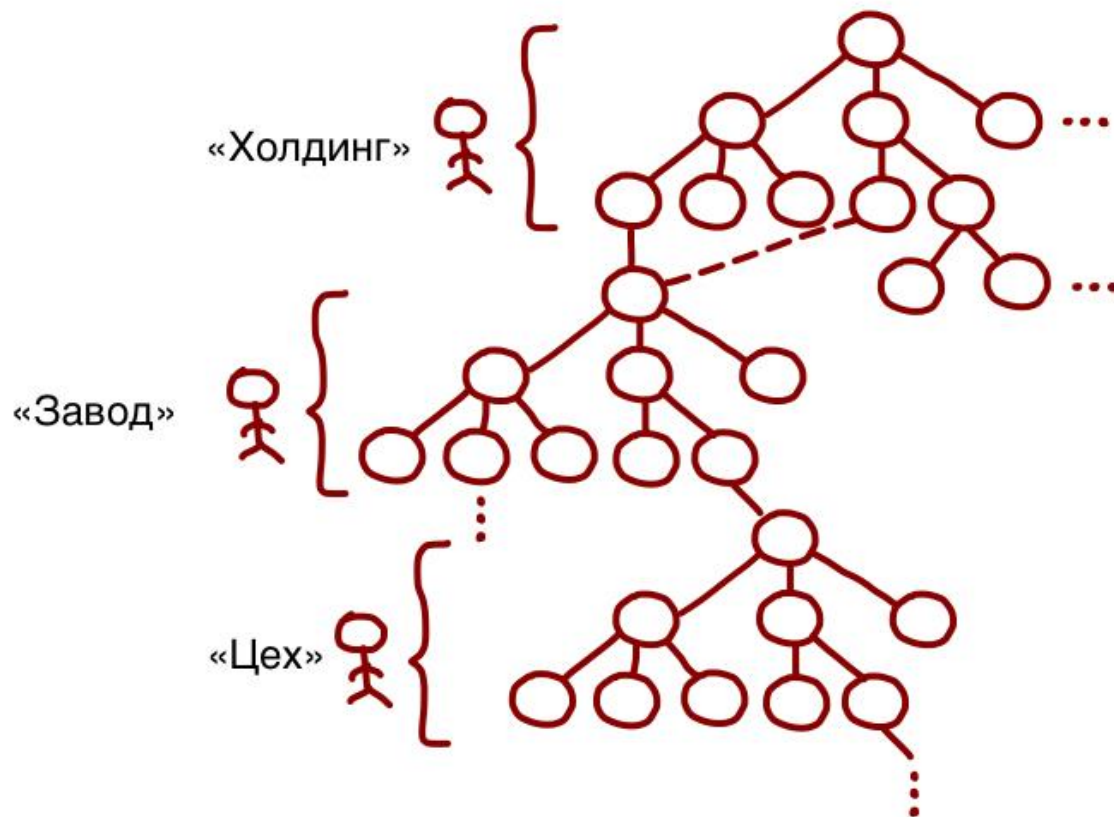
## СОиМ и аналитика



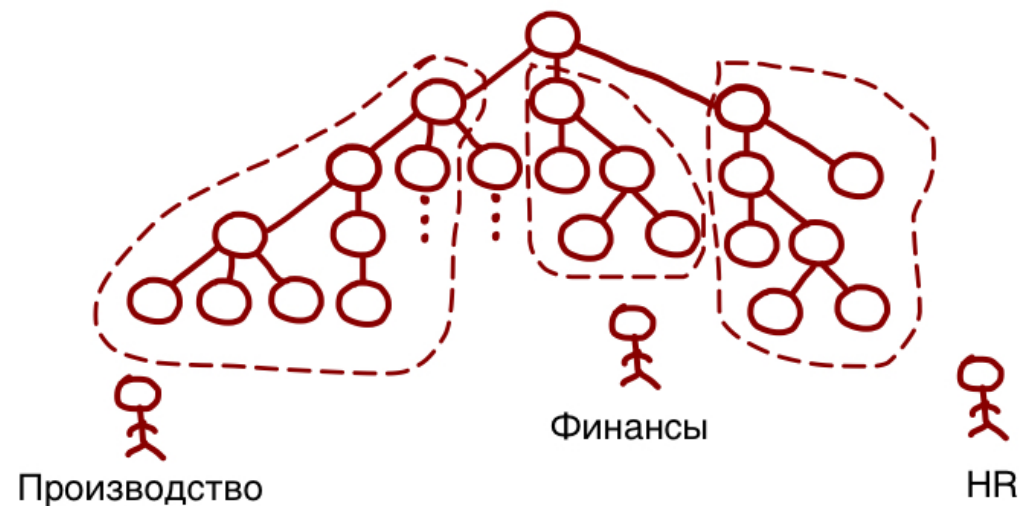


# СОиМ: возможности декомпозиции

«По горизонтали»



«По вертикали»



## СОиМ: примеры

- Система мониторинга и оценки мирной ядерной деятельности стран в интересах управления обеспечения международных гарантий МАГАТЭ (Development of an Intelligent System for Monitoring and Evaluation of Peaceful Nuclear Activity, IAEA, Vienna, STR-310)
- Система «Мониторинг - 1» (НИЦ «Контур» ФАПСИ)
- Оценка и мониторинг рисков атеросклеротических заболеваний (ЦПМ МЗ РФ)
- Система оценки и мониторинга производства изделий микроэлектроники (Cadence Design Systems)



# МАГАТЭ

Microsoft Excel - Модель.МАГАТЭ.XLS

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка Введите вопрос

C773 M[P6\_8] {fast reactor}

|     | A                          | B        | C                                                                            | D | E | F |
|-----|----------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| 1   | ACTIVITY                   | PROCCODE | INDICATOR                                                                    |   |   |   |
| 2   | mining/milling             | P1       | strong acids, alkalis, and specialized solvents                              |   |   |   |
| 3   | mining/milling             | P1       | radioactive end-product of mining/milling process                            |   |   |   |
| 4   | mining/milling-U           | P1_1     | furnace, vertical multi-hearth calciner                                      |   |   |   |
| 5   | mining/milling-U           | P1_1     | furnace, vertical multi-hearth calciner (if no known AI industry)            |   |   |   |
| 6   | mining/milling-U           | P1_1     | system for the conversion of uranium ore concentrate                         |   |   |   |
| 7   | mining/milling-U           | P1_1     | radioactive dust inconsistent with local soils                               |   |   |   |
| 8   | mining/milling-U           | P1_1     | abnormally high radon levels in air                                          |   |   |   |
| 9   | mining/milling-U           | P1_1     | uranium ore concentrate                                                      |   |   |   |
| 10  | mining/milling-U           | P1_1     | ammonia gas                                                                  |   |   |   |
| 11  | mining/milling-U           | P1_1     | hydrogen peroxide                                                            |   |   |   |
| 12  | mining/milling-U from ores | P1_1_1   | bank of inverted cone CCD tanks                                              |   |   |   |
| 925 | weapon-fab/R&D             | P9_2     | bright streamers from HE test shots indicating the use of DU as a dummy core |   |   |   |
| 926 | weapon-fab/R&D             | P9_2     | high security at a computing facility                                        |   |   |   |
| 927 | weapon-fab/R&D             | P9_2     | history of criticality accidents                                             |   |   |   |
| 928 | weapon-test                | P9_3     | coaxial or fiber optic cable, large quantities                               |   |   |   |
| 929 | weapon-test                | P9_3     | electronic streak or framing camera                                          |   |   |   |
| 930 | weapon-test                | P9_3     | oscilloscopes, large quantity                                                |   |   |   |
| 931 | weapon-test                | P9_3     | photomultiplier tube                                                         |   |   |   |
| 932 | weapon-test                | P9_3     | pulse generator, high-speed                                                  |   |   |   |
| 933 | weapon-test                | P9_3     | oscilloscope or transient recorder                                           |   |   |   |
| 934 | weapon-test                | P9_3     | vibration test equipment                                                     |   |   |   |
| 935 | weapon-test                | P9_3     | drilling rigs or mining operations under tight security in remote location   |   |   |   |
| 936 |                            |          |                                                                              |   |   |   |
| 937 |                            |          |                                                                              |   |   |   |

I am very impressed by the work done up to now in a rather short time and, base on these achievements, I am greatly in favor of a continuation of this project [DISNA].

E.E. Kerre, University of Ghent

The system as demonstrated presents the relevant information in a user-friendly form and makes it possible for the user to arrive interactively at answers to a wide variety of queries.

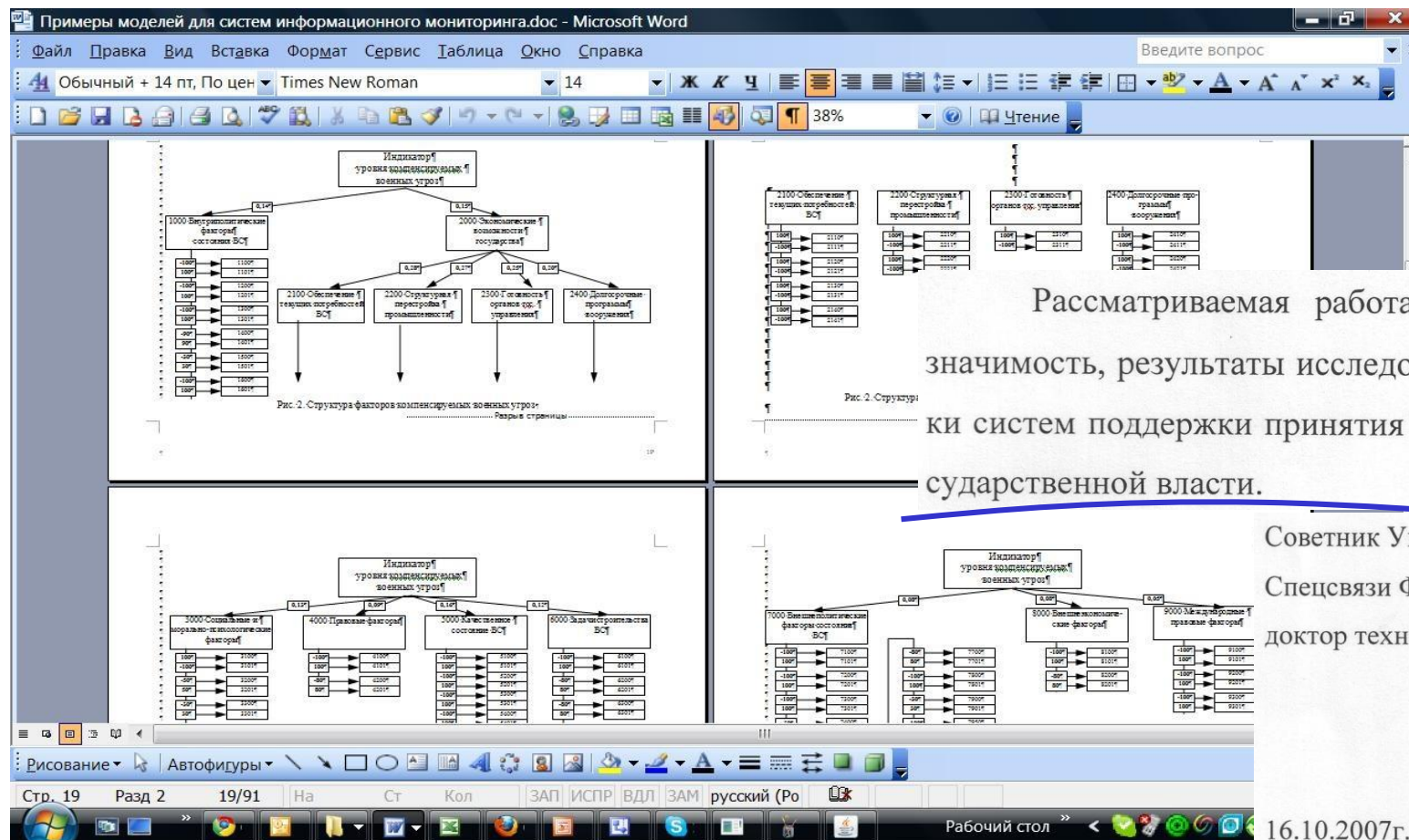
The distinguishing and important feature of the system is that it can process both numerical and linguistic data which is resident in its knowledge base as well as the data supplied by the user. The underlying theory reflects latest advances in methods of processing and aggregation of information which is uncertain, imprecise, incomplete or lacking in reliability.

**This system is certainly not a toy system. In summary, my assessment of the DISNA Program is very positive. It gives me great pleasure to have an association with it.**

**Lotfi Zadeh,**  
Professor in the Graduate School and Director  
Berkeley Initiative in Soft Computing (BISC)  
Computer Science Division  
Department of EECS  
729 Soda Hall # 1776  
Berkeley, CA 94720-1776, USA



# Оценка и мониторинг рисков...



Рассматриваемая работа имеет значительную научно-практическую значимость, результаты исследования могут быть использованы для разработки систем поддержки принятия решений в ситуационных центрах органов государственной власти.

Советник Управления информационных систем  
Спецсвязи ФСО России,  
доктор технических наук



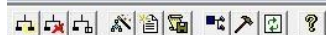
Н.Н. Демидов

16.10.2007г.



# Оценка и мониторинг рисков атеросклеротических заболеваний

Operations Advise Rules Criticalness Mirrors Modes Users



- ♦ атеросклероз <<"very small" (0.00)>>
  - ♦ холестерин <<"small" (0.15)>>
    - ♦ ЛВП <<"medium" (0.50)>>
      - ❏ физическая активность <<"large" (0.68)>>
      - ❏ питание <<"medium" (0.52)>>
      - ❏ возраст <<"medium" (0.55)>>
    - ♦ ЛНП <<"large" (0.67)>>
      - ❏ физическая активность <<"large" (0.68)>>
      - ❏ питание <<"medium" (0.52)>>
      - ❏ возраст <<"medium" (0.55)>>
    - ❏ триглицериды <<"medium" (0.46)>>
  - ♦ артериальное давление <<"small" (0.25)>>
    - ♦ систолическое (верхнее) <<"very small" (0.09)>>
      - ❏ физическая активность <<"large" (0.68)>>
      - ❏ питание <<"medium" (0.52)>>
      - ❏ возраст <<"medium" (0.55)>>
      - ❏ bmi <<"medium" (0.46)>>
    - ♦ диастолическое (нижнее) <<"very small" (0.09)>>
      - ❏ физическая активность <<"large" (0.68)>>
      - ❏ питание <<"medium" (0.52)>>
      - ❏ возраст <<"medium" (0.55)>>
      - ❏ bmi <<"medium" (0.46)>>
  - ♦ курение <<"medium" (0.50)>>
  - ♦ алкоголь <<"small" (0.37)>>

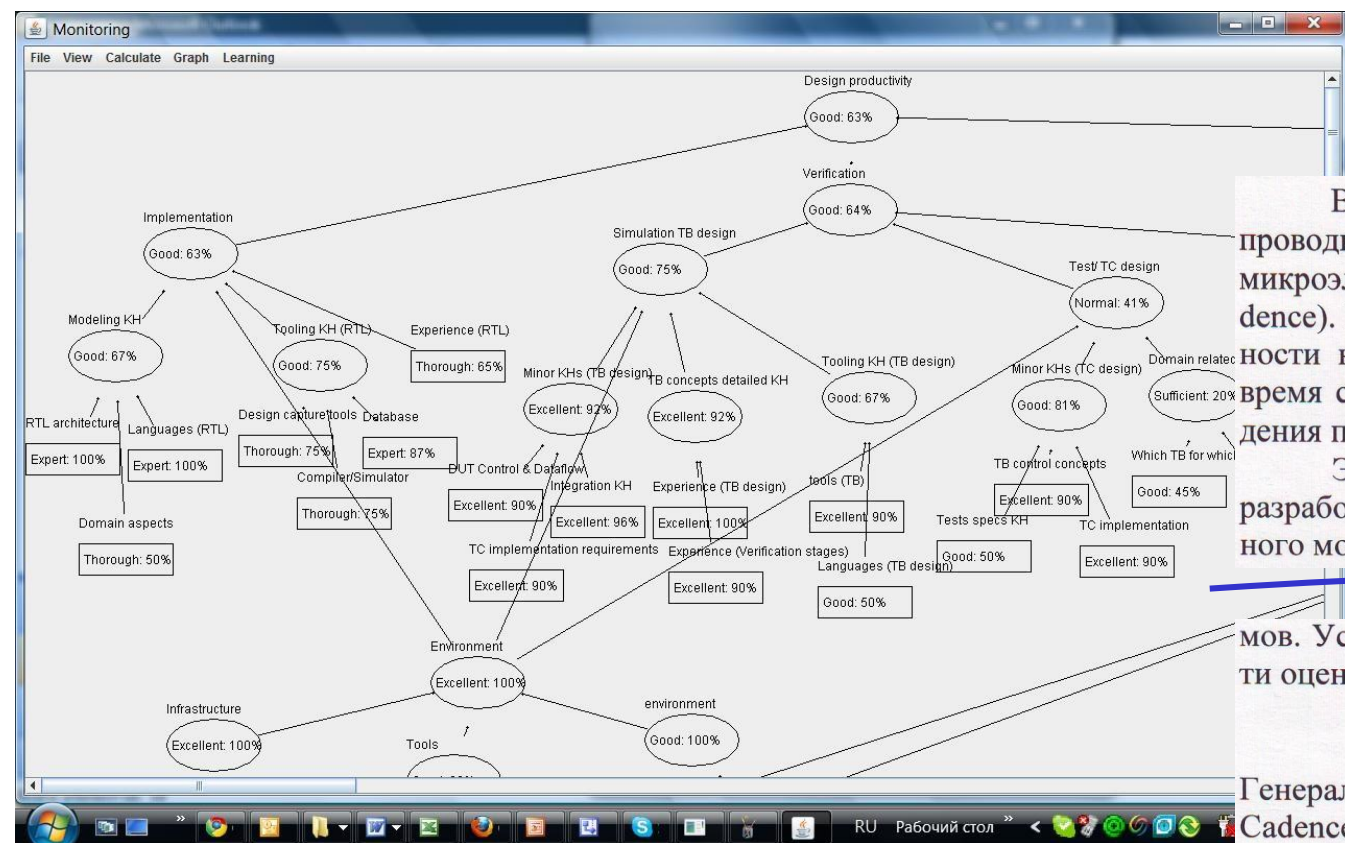
Использование указанных результатов позволяет: разрабатывать принципиально новый класс человеко-компьютерных систем в медицине - систем оценки и мониторинга; повысить качество и надежность оценки рисков и их отслеживания для различных заболеваний; разрабатывать обоснованные рекомендации по снижению рисков для различных групп населения; сократить затраты на мониторинг рисков и разработку мероприятий по их снижению.

Академик РАН Р.Г.ОГАНОВ





# Оценка и мониторинг проектов в микроэлектронике



В течение 2005-2006 гг. Российским и Германским отделениями компании проводились работы по проекту «Оценка и мониторинг проектирования изделий микроэлектроники» в интересах группы Cadence VCAD (виртуальный САПР Cadence). Целью работ была разработка автоматизированной системы оценки способности конкретного коллектива разработчиков выполнить проект в необходимое время с требуемым качеством при заданном ресурсном обеспечении и сопровождения процесса проектирования.

Экспертами компании были проанализированы различные технологии для разработки такой системы и в качестве базовой выбрана технология информационного мониторинга, разработанная А.П. Рыжовым.

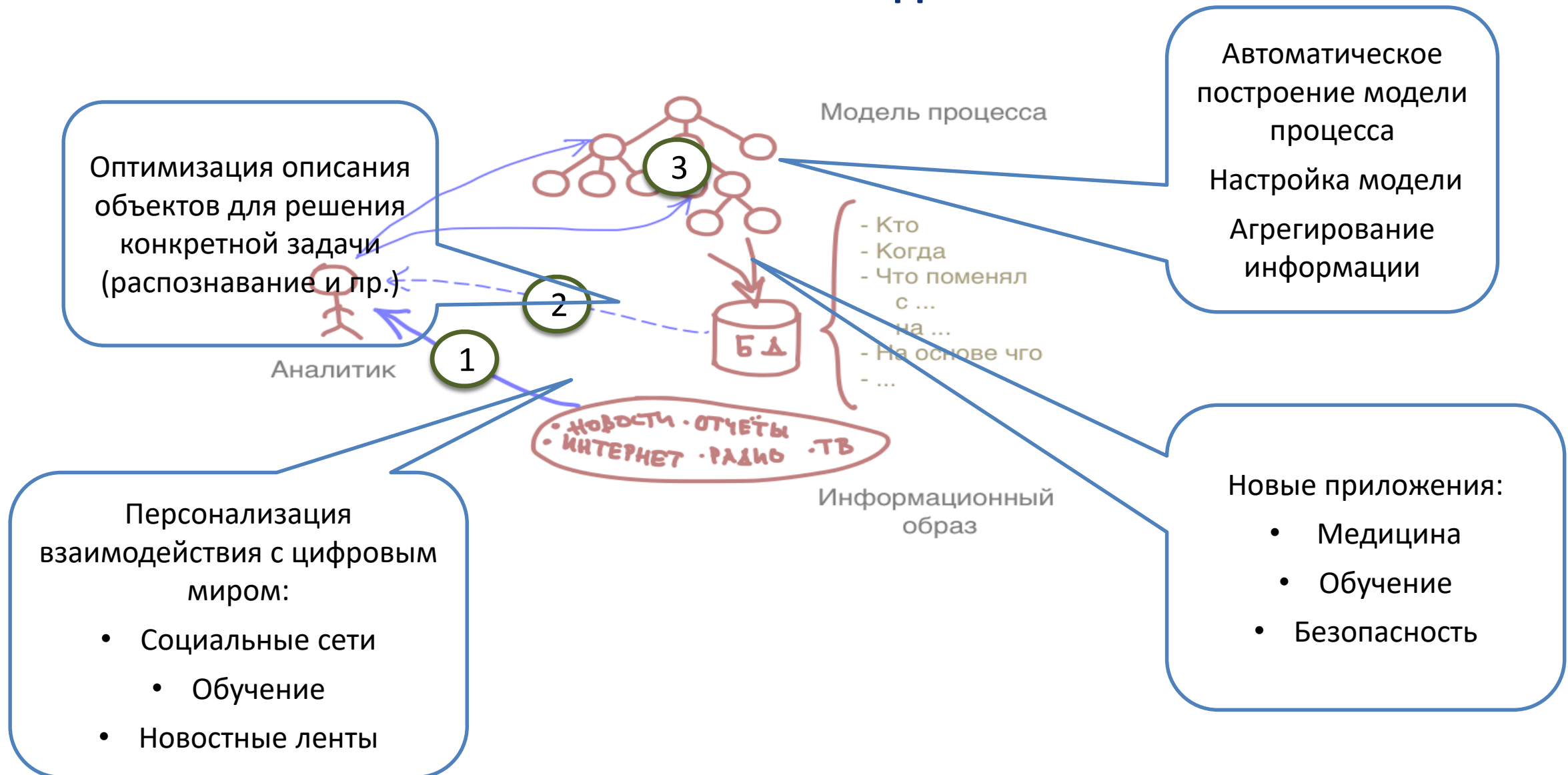
Успешный ход проекта подтвердил их адекватность и применимость в области оценки и мониторинга разработки высокотехнологических изделий.

Генеральный директор  
Cadence Design Systems Russia



А.Н. Комков

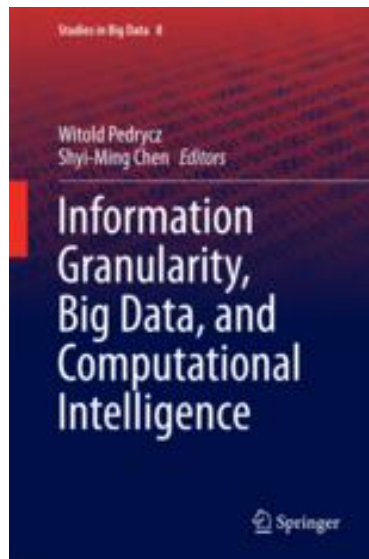
## СОиМ: Связанные задачи







# СОиМ: Связанные задачи



Можно ли виртуальный мир, в котором мы проводим все больше времени, решить все большее количество все более важных задач, сделать таким же удобным для всех и каждого как мир физический? Ответ положительный. Мы можем описывать объекты физического и виртуального миров оптимальным – максимально удобным для всех – образом, можем гарантировать максимальное качество поиска так описанных объектов. Мы можем естественным образом настроить семантику используемых терминов – сделать виртуальный мир максимально удобным для каждого. Такой ответ удалось получить потому, что мы догадались посмотреть на виртуальный мир изнутри. Конвергенция этих миров в виде смешанных сетей, где «живут» люди и роботы, где они учатся понимать друг друга, где они совместно решают задачи – от повседневных до глобальных – является, по мнению многих исследователей, нашей ближайшей будущим и естественным продолжением эволюции. В данной книге получены ответы только на принципиальные вопросы о возможности оптимизации и персонализации таких сетей. Книга будет интересна студентам и аспирантам, ученым и инженерам, интересующимся проблемами устройства и функционирования таких сетей, способами их конструирования.



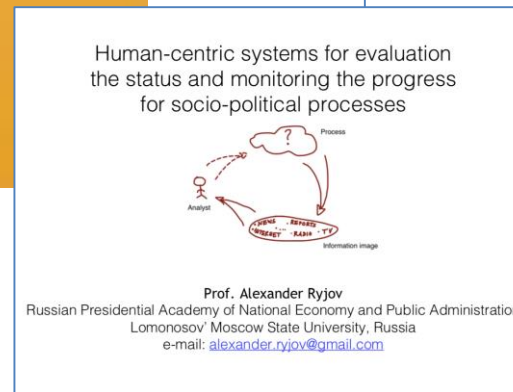
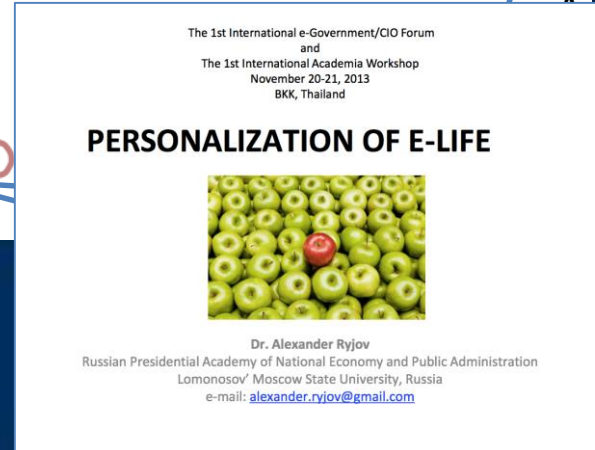
К.ф.-м.н., д.т.н., профессор, MBA International Executive Development Center – Bled School of Management. Преподаватель на механико-математическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова и в Школе ИТ-менеджмента РАНХиГС при Президенте РФ. Автор более 80 научных работ, член программных и организационных комитетов более 50 международных научных конференций.



978-3-659-68661-0

## Некоторые задачи оптимизации и персонализации социальных сетей

Можно ли построить виртуальный мир, удобный для всех и каждого?

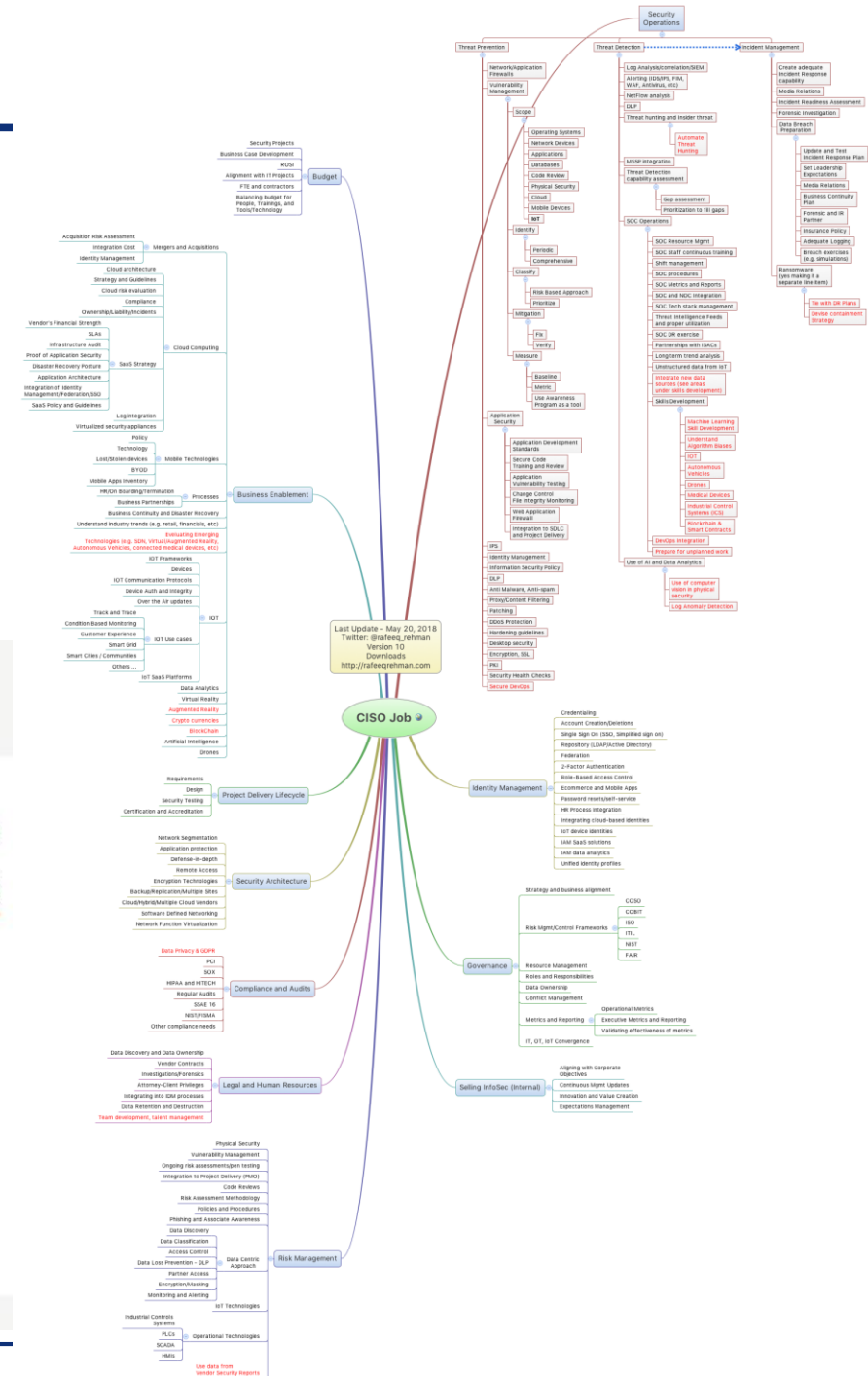


Prof. Alexander Ryjov  
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration  
Lomonosov Moscow State University, Russia  
e-mail: alexander.ryjov@gmail.com

## 1-st Stage Disaster's Management based on Information Monitoring Technology

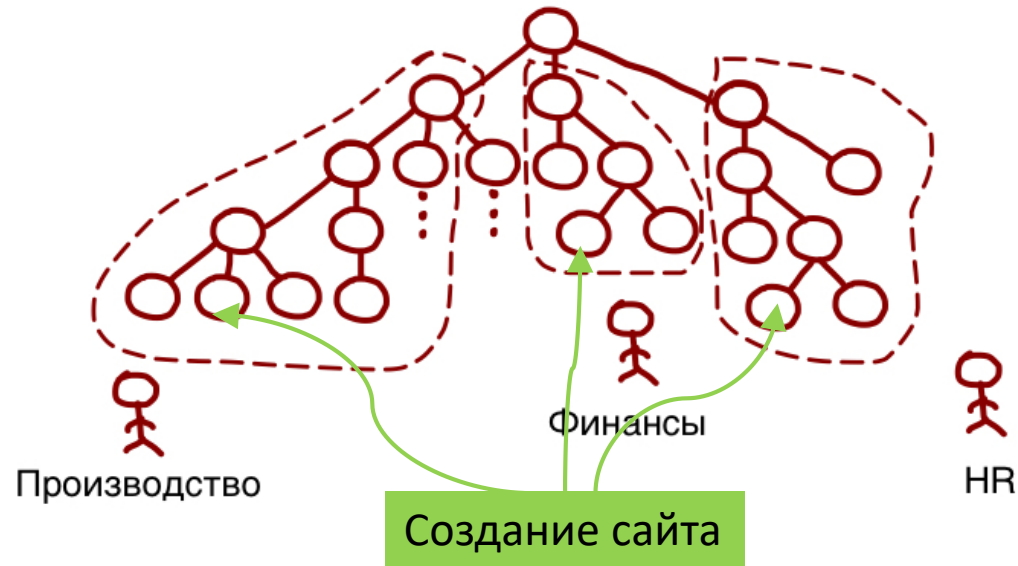


Dr. Alexander Ryjov  
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration  
Lomonosov Moscow State University, Russia  
e-mail: alexander.ryjov@gmail.com



# Сценарии использования СОиМ: цифровая трансформация

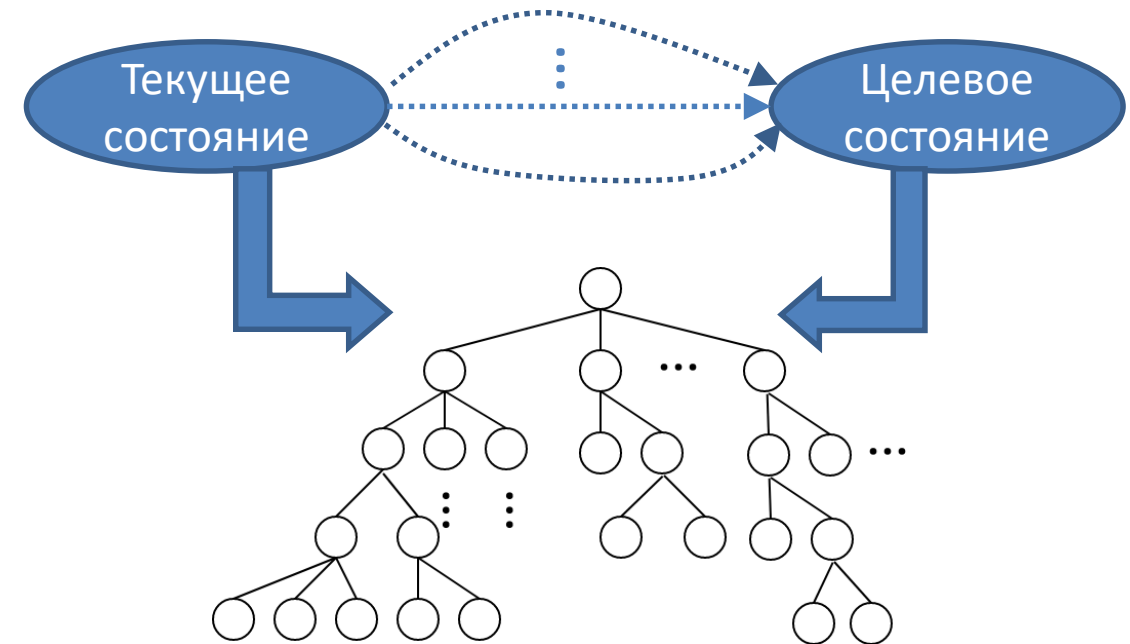
Легкая версия: оценка и мониторинг  
«Цифровых инициатив»



Пример: создание сайта

- Можем оценить расходы
- Можем «вычислить» пользу
- Можем сравнивать различные инициативы

Полномасштабная версия



Модель цифровой трансформации



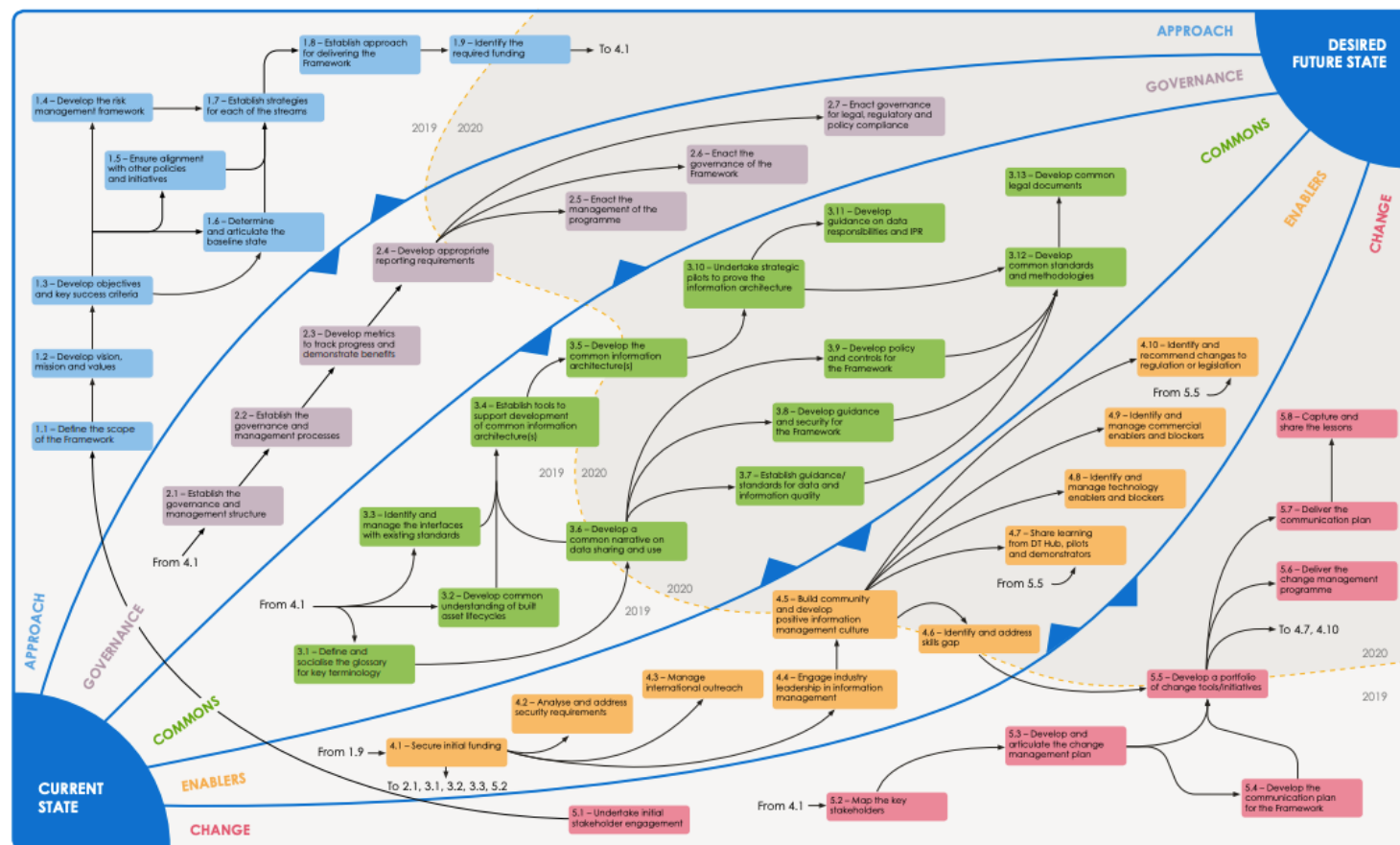
# Пример модели цифровой трансформации



Roadmap for delivering the information management framework for the built environment

Effective information management across the built environment, enabling better decisions, leading to financial savings, improved performance and service, and better outcomes for business and society per whole-life pound.

The right information in the right hands at the right time.



The Roadmap was developed by the Roadmap Working Group that was established as part of the ongoing work of the Digital Framework Task Group.

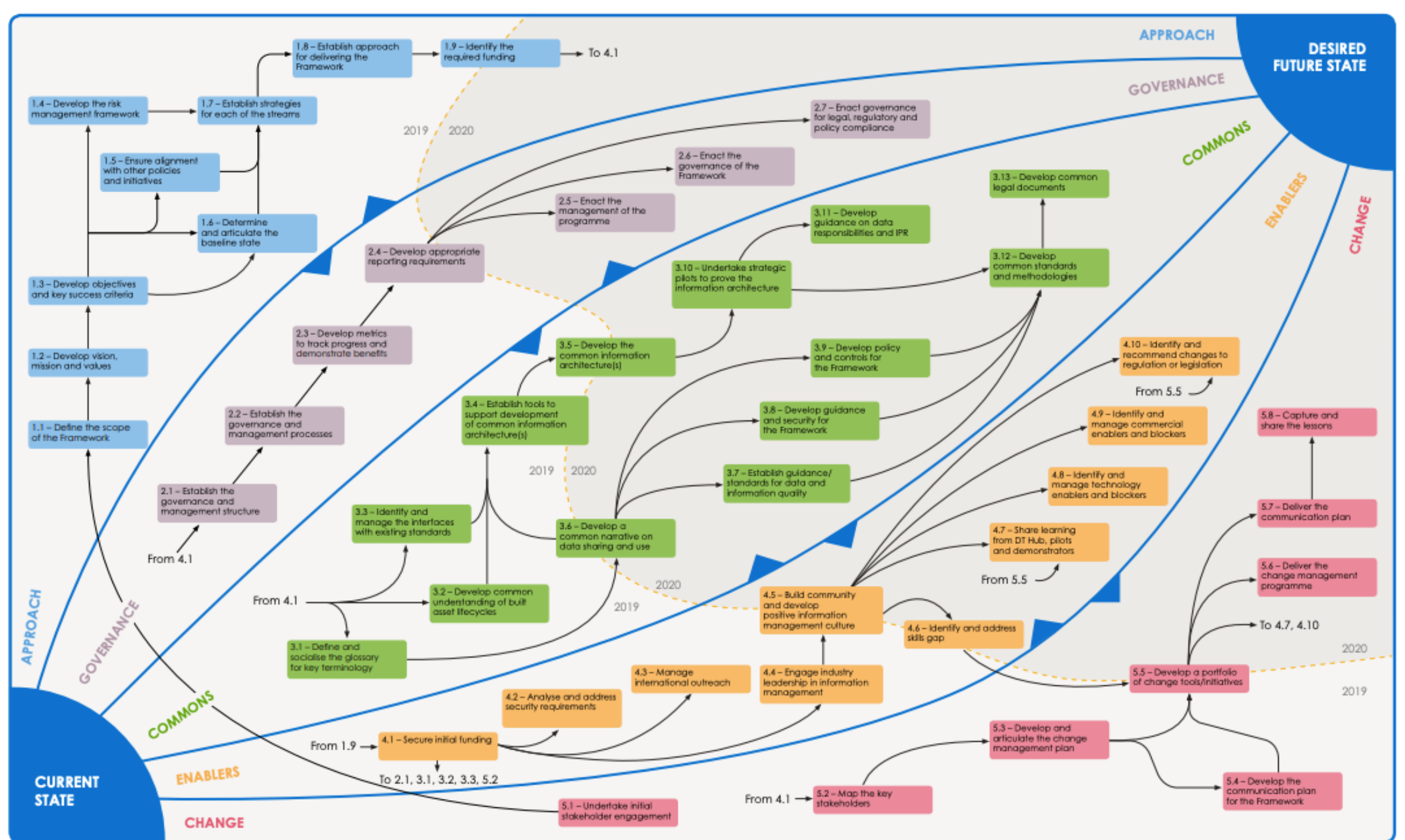
Centre for Digital Built Britain  
(<https://www.cddb.cam.ac.uk/>).

The Centre for Digital Built Britain is a partnership between the Department of Business, Energy & Industrial Strategy and the University of Cambridge to understand how the construction and infrastructure sectors could use a digital approach to better design, build, operate, and integrate the built environment.

## Центр Цифрового строительства Великобритании

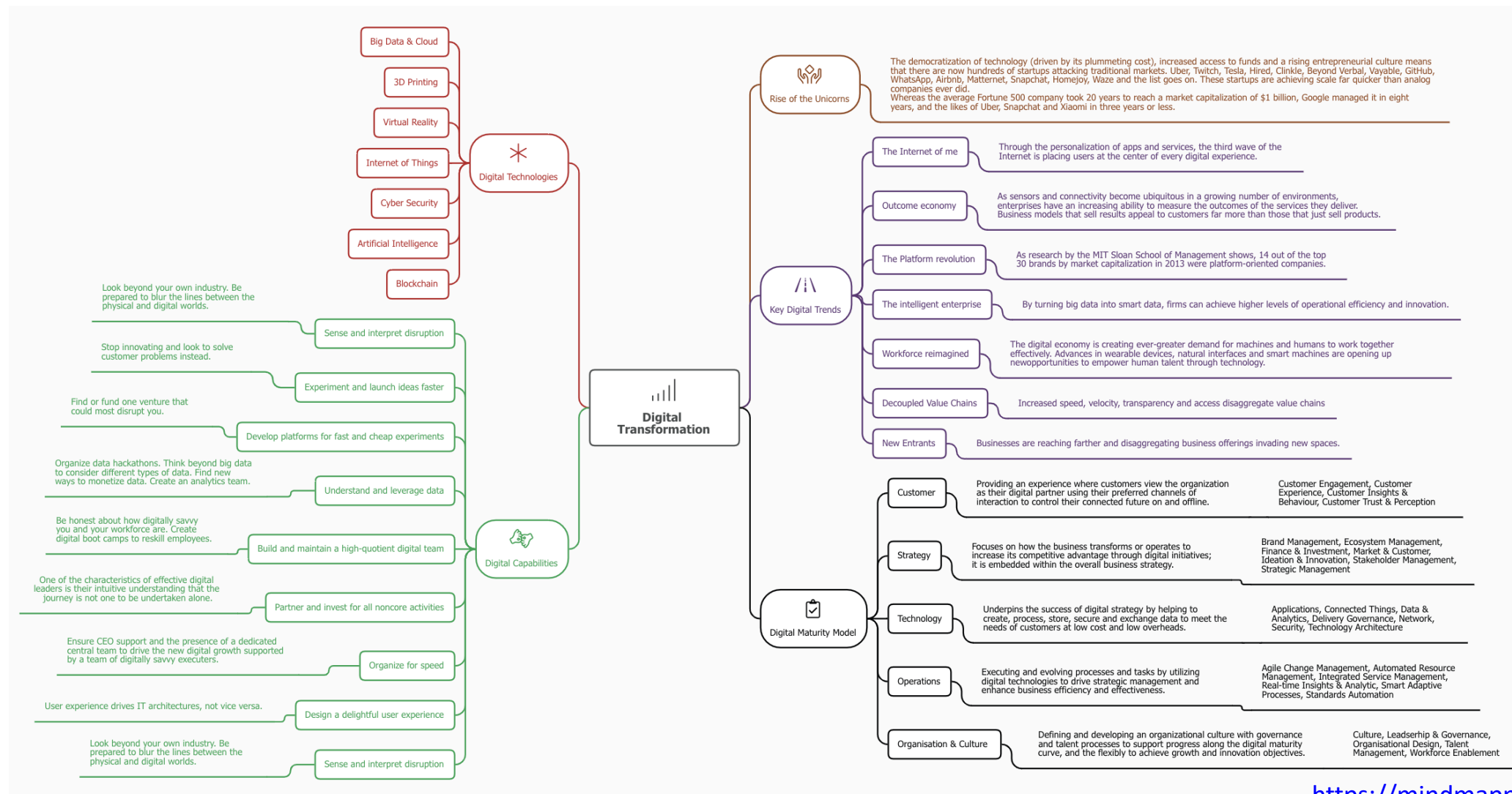
Центр Digital Built Britain является партнерством между Департаментом бизнеса, энергетики и промышленной стратегии и Кембриджским университетом, чтобы понять, как строительные и инфраструктурные секторы могут использовать цифровой подход для лучшего проектирования, строительства, эксплуатации и интеграции построенной среды.

<https://www.cddb.cam.ac.uk/system/files/documents/DFTGRoadmap.pdf>



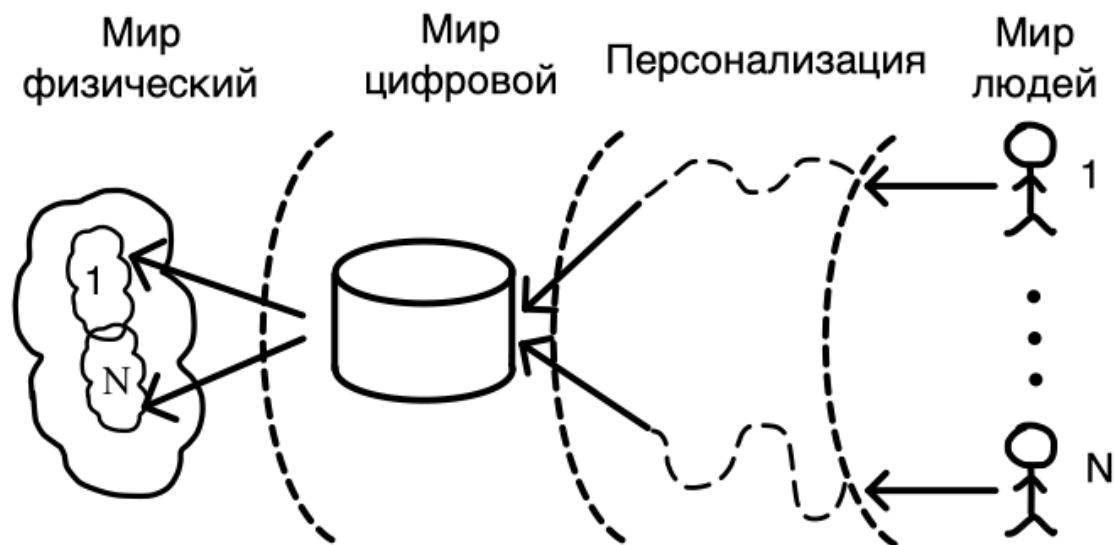


# Возможный шаблон для разработки собственной модели



## Сценарии использования гибридного интеллекта

Оценка и мониторинг  
сложных процессов



Персонализация цифрового мира



## Насколько важен цифровой мир?

# 2019 *This Is What Happens In An Internet Minute*



**This is what happens in a minute on the internet**

<https://www.weforum.org/agenda/2019/03/what-happens-in-an-internet-minute-in-2019>





# Насколько важна персонализация?



la Repubblica.it | Papa, fotoconfronto: 2005-2013 la piazza invasa dagli smartphone

f 603 | t | g+ | in | p 4 | t | e

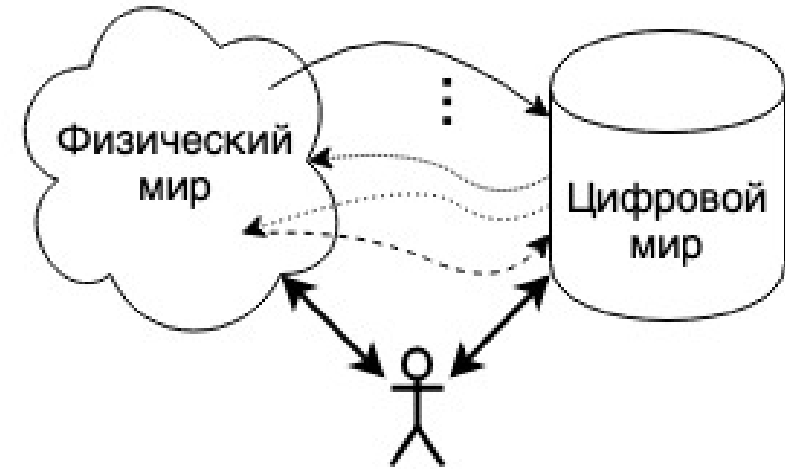
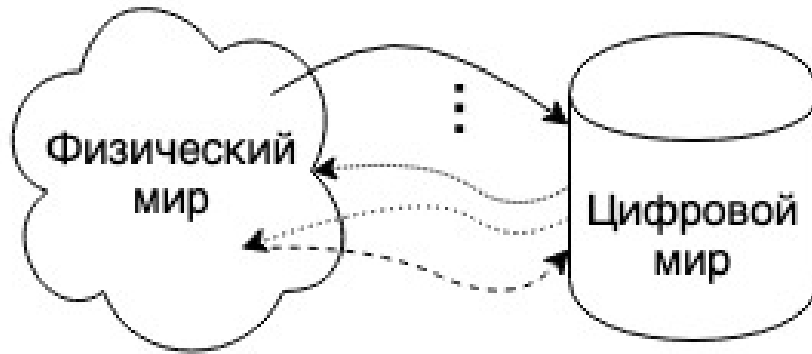
**2005**

Luca Bruno / AP

**2013**

NBC NEWS | Michael Sohn / AP

## Зачем нужна персонализация?

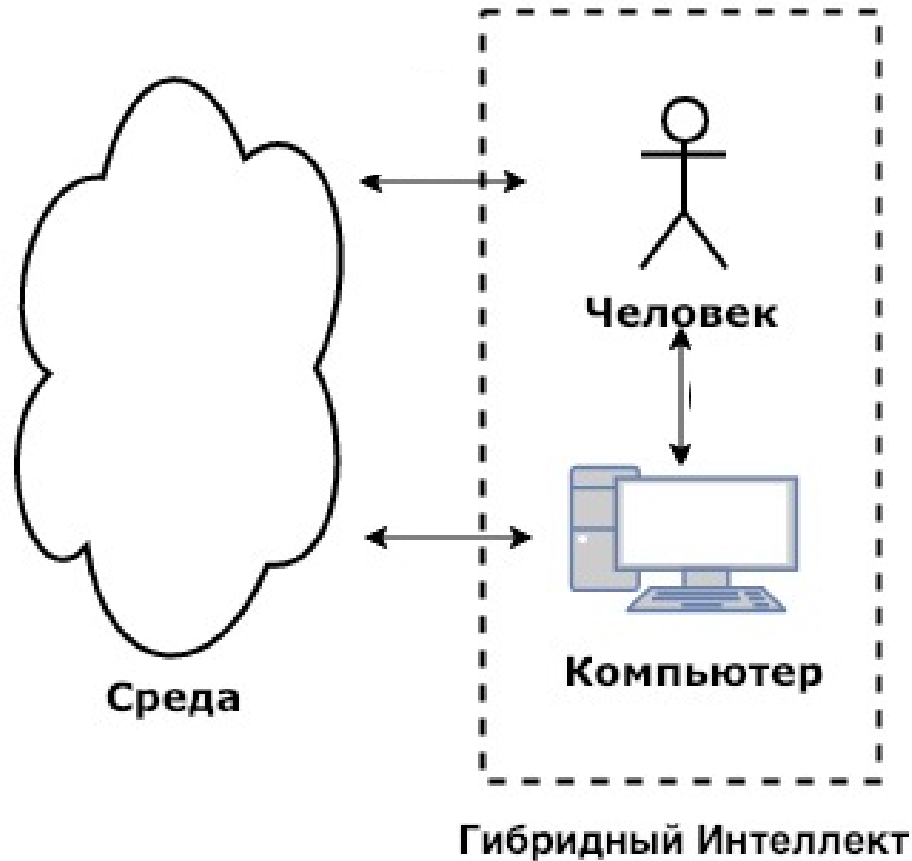


IDC и Seagate:

- в 2016 году объем данных измерялся 16 Збайт
- к 2025 году этот показатель увеличится до 175 Збайт
- к 2025 году около 20% всей информации будут играть критически важную роль в повседневной жизни, а примерно 10% этих данных будут "сверхкритическими"

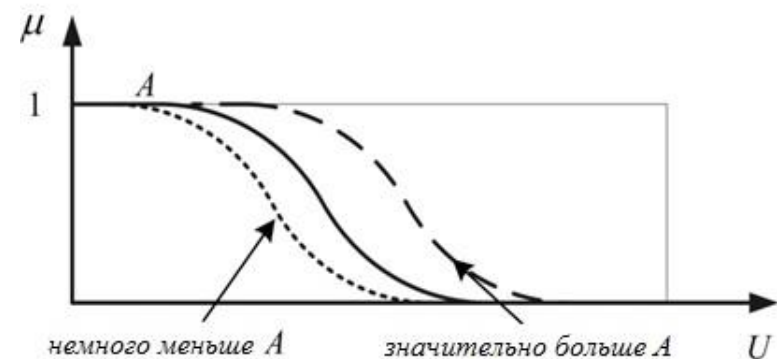
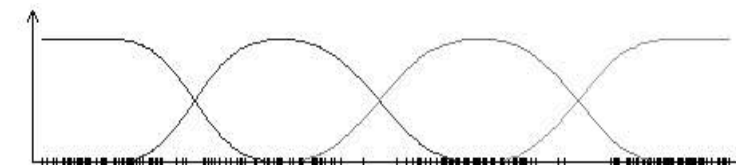
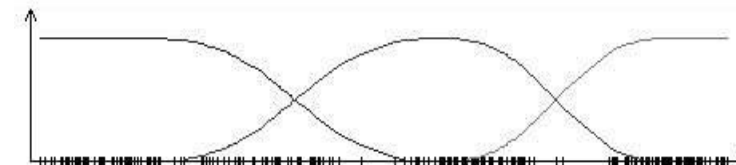
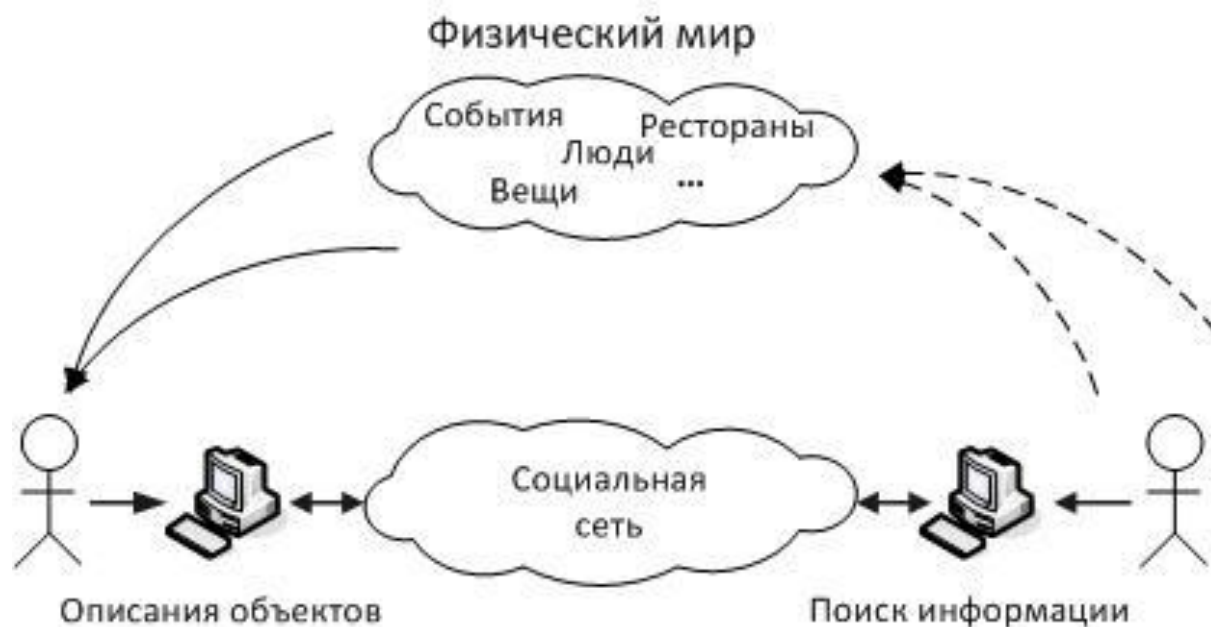
<https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>

## Какая бывает персонализация?



- Активной является человеческая компонента
  - Поиск информации
- Активной является компьютерная компонента
  - Обучение
  - Цифровые привычки

## Пример первого сценария: поиск информации

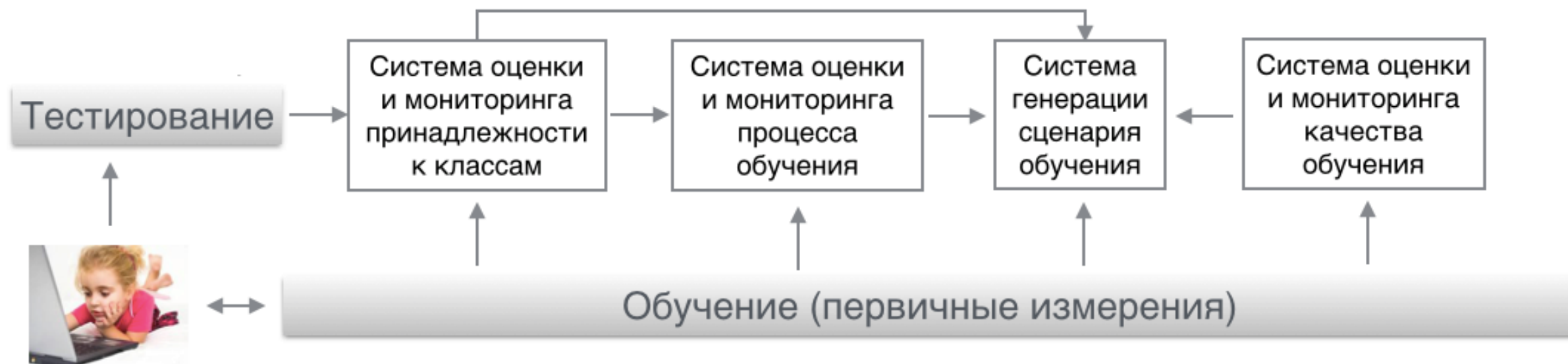


Рыжов А.П., Огородников Н.М. Об одном методе персонализации поиска информации. *Интеллектуальные Системы Теория и приложения*. Т. 22, Вып. 4, 2018, с. 65-78 - <http://intsysjournal.ru/pdfs/22-4/Rizov.pdf>



## Пример второго сценария: обучающие системы

- Внимательность
- Скорость
- Выносливость
- Способ обработки
- Очень легко
- Штатно
- Очень тяжело
- Тип задания
- Последовательность
- ...
- Отлично
- Хорошо
- Удовлетворительно
- Плохо



Рыжов А. П., Журавлев А. Д., Вахов А. Н., Кривцов В. В. Об одном подходе к персонификации обучения в рамках компьютерных обучающих систем. *Интеллектуальные Системы. Теория и приложения*. Т. 20, Вып. 3, 2016, с. 180-185 - [http://intsysjournal.ru/articles/is2003/31\\_Ryzhov.pdf](http://intsysjournal.ru/articles/is2003/31_Ryzhov.pdf)

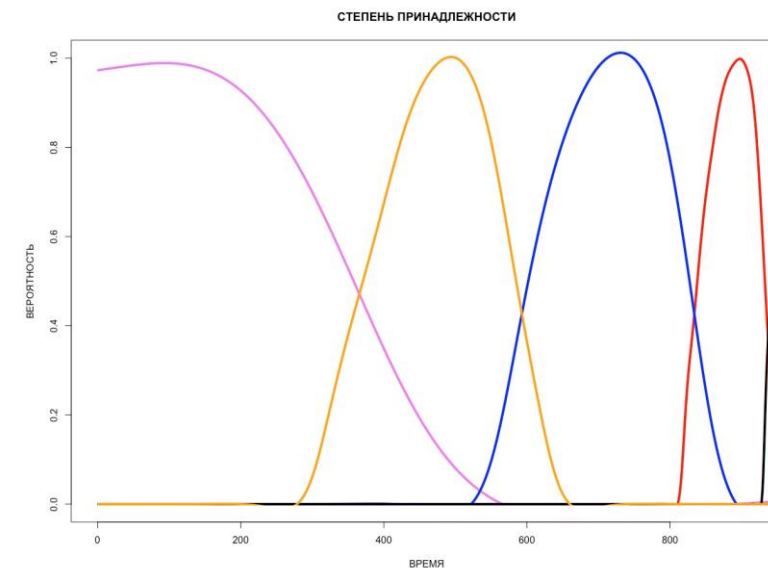
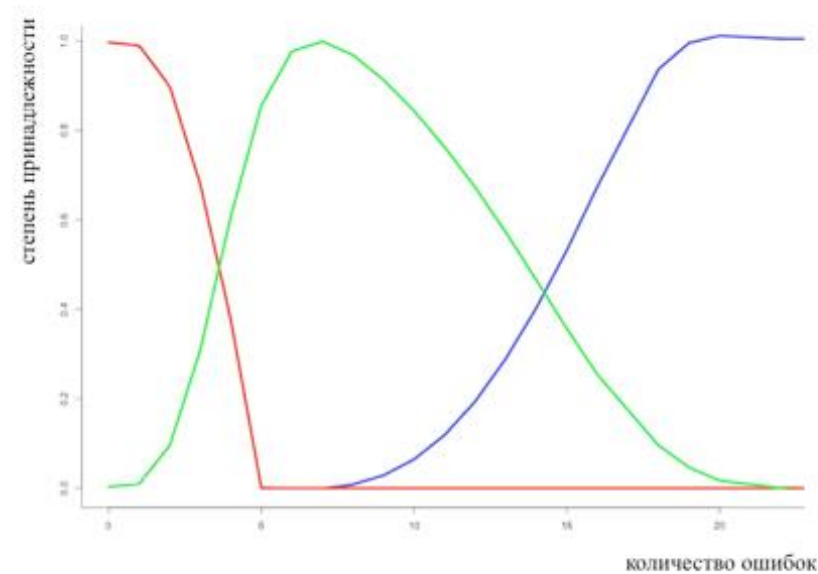
## Пример второго сценария: обучающие системы





## Пример второго сценария: обучающие системы

### Классификация учеников с-means (FCM, с-средних)



- Оптимизация:
  - дисбаланс классов
  - степень нечеткости

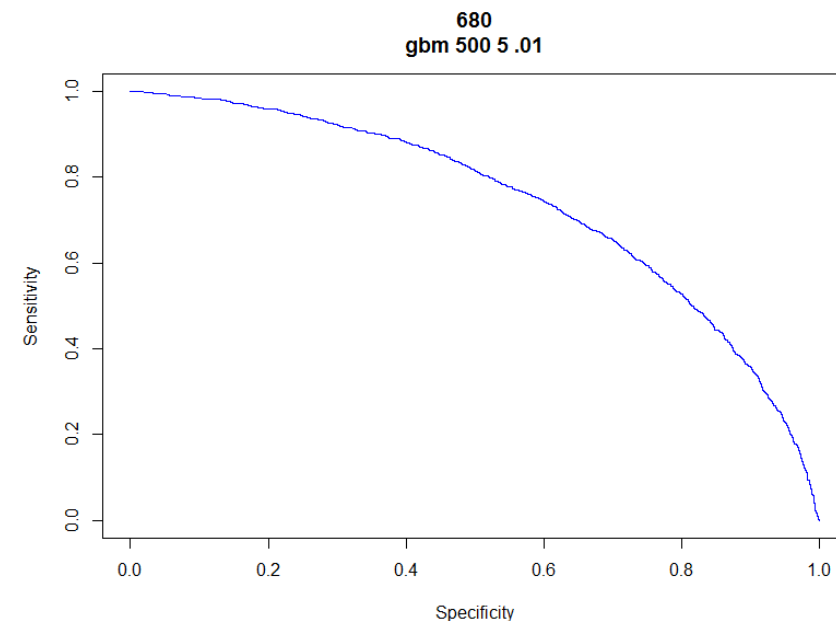
| Количество кластеров | Степень нечеткости | Дисбаланс |
|----------------------|--------------------|-----------|
| 3                    | 0,268              | 0,813     |
| 4                    | 0.28               | 0,927     |
| 5                    | 0.28               | 0,887     |
| 6                    | 0.29               | 0,858     |
| 7                    | 0.28               | 0,906     |
| 8                    | 0.3                | 0,942     |





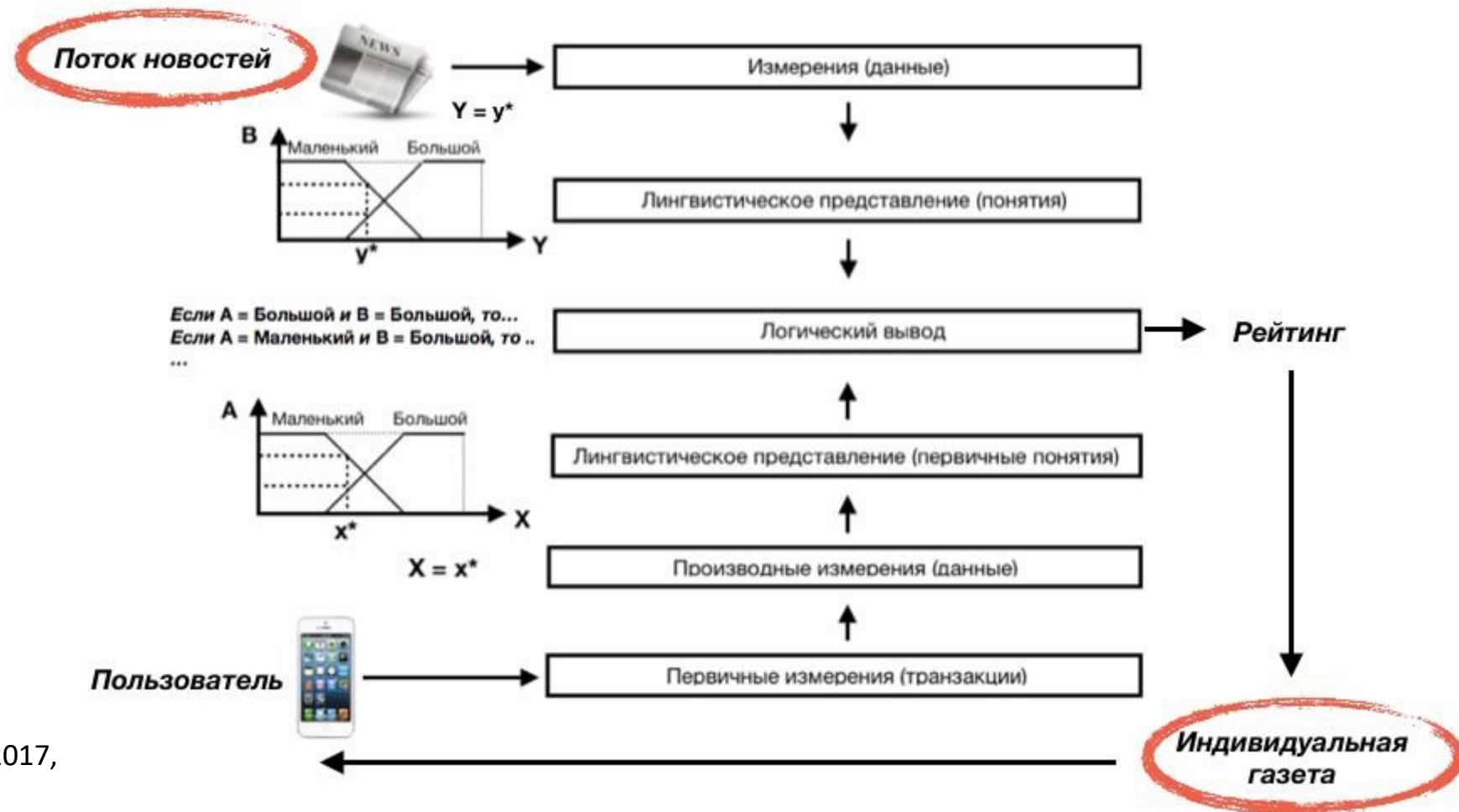
## Пример второго сценария: обучающие системы

- История (70:30)
- **Обучение (на 70%)**
  - *k*-Nearest Neighbors algorithm (алгоритм *k* Ближайших Соседей)
  - Random forest (комитет решающих деревьев)
  - AdaBoost (Adaptive Boosting — усиление классификаторов, путём объединения их в комитет)
  - Gbm (Gradient boosting)
- **Тестирование (на 30%)**
- Ошибки 1 и 2 рода



|                                 | ТОЧНОСТЬ<br>">5 ОШИБОК" | ТОЧНОСТЬ<br>"<5 ОШИБОК" | СМЕШАННАЯ<br>ВЫБОРКА |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| KNN                             | ~30%                    | ~80%                    | ~73%                 |
| ADAPTIVE BOOSTING               | ~40%                    | ~70%                    | ~65%                 |
| RANDOM FOREST<br>CLASSIFICATION | ~51%                    | ~65%                    | ~60%                 |

## Пример второго сценария: персонализация новостной ленты



Рыжов А.П., Новиков П.А. Об одной модели цифровых привычек. *Интеллектуальные Системы Теория и приложения*. Т. 21 Вып. 3, 2017, с. 91-102.

- <http://intsysjournal.ru/pdfs/21-4/91-100-RyzovNovikov.pdf>

## Когда будет работать персонализация?

- Второй сценарий – всегда, когда соглашается чтобы за нами «наблюдали»
- Первый сценарий – когда нужно найти что-то важное
  - Квартира
  - Автомобиль
  - ...
  - Одежда (мода - <https://www.labirint.ru/books/695465/> )



Спасибо!



Профессор Рыжов Александр Павлович

+7.916.323.4499

[alexander.ryjov@gmail.com](mailto:alexander.ryjov@gmail.com)

Skype/ Facebook: alexander.ryjov

LinkedIn: [ru.linkedin.com/pub/alexander-ryjov/1/957/859](https://ru.linkedin.com/pub/alexander-ryjov/1/957/859)

<http://www.intsys.msu.ru/en/staff/ryzhov>

Данная книга открывает серию «Библиотека Школы IT-менеджмента», в рамках которой планируются к публикации результаты исследований ведущих профессоров и преподавателей Школы IT-менеджмента Института экономики, математики и информационных технологий Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ.

Книга написана на основе части курса по аналитическим информационным технологиям, читаемом автором в течение 10 лет в Школе IT-менеджмента и части курса по теории нечетких множеств, читаемом автором более 20 лет на механико-математическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова.

Книга ориентирована на IT-менеджеров, специалистов по разработке и внедрению интеллектуальных цифровых технологий, а также на их реальных и потенциальных пользователей.



Рыжов Александр Павлович — к.ф.-м.н., д.т.н., профессор, MBA International Executive Development Center — Bed School of Management. Заведующий кафедрой Школы IT-менеджмента Института ЭМИТ РАНХиГС при Президенте РФ, профессор кафедры МаТИС Механико-математического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, профессор Национального медицинского исследовательского центра профилактической медицины Министерства здравоохранения РФ, вице-президент International Academy of CIO (iacio.org). Автор более 100 научных работ, член программных и организационных комитетов более 90 международных научных конференций.

ПОДРОБНЕЕ  
ОБ АВТОРЕ



ГИБРИДНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ  
СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В БИЗНЕСЕ

А. РЫЖОВ

ГИБРИДНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ  
СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В БИЗНЕСЕ

РЫЖОВ  
АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ

БИБЛИОТЕКА ШКОЛЫ  
ИТ-МЕНЕДЖМЕНТА



Также можно посмотреть:

- Big Data -- <https://www.youtube.com/watch?v=1bo27Jkn5OI>
- Гибридный Интеллект -- <https://www.youtube.com/watch?v=IK0EATttbww>





## Уровни сложности



# Как может работать

## Уровни

«Кластер»



«Система»



«Механизм»



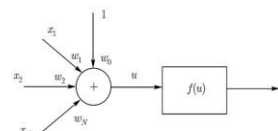
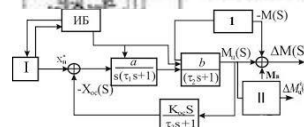
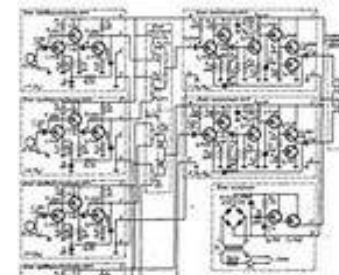
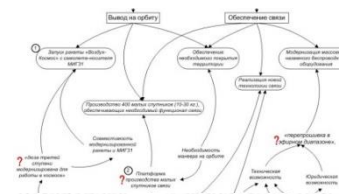
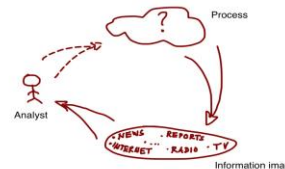
«Узел»



«Деталь»



## Модели



## Методы

"Система" +:

- Нечеткие и дискретные динамические системы
- Системы оценки и мониторинга

"Механизм" +:

- Многоагентные системы
- Системная динамика
- Нечеткие когнитивные карты
- Сетецентрические модели
- Прогнозирование 4

"Узел" +:

- Модель механизма (если есть)
- Классификация
- Иерархические системы
- Адаптивное управление
- Теория автоматического управления
- Прогнозирование 3

"Деталь" +:

- Модель узла (если есть)
- Кластерный анализ
- Мат. статистика
- Прогнозирование 2

- Анализ отклонений
- Прогнозирование 1



# Использование технологий интеллектуального анализа

## Уровни системы

Кластер



Система



Механизм



Узел



Деталь



## Уровни контроля и управления

Ситуационный центр

ERP

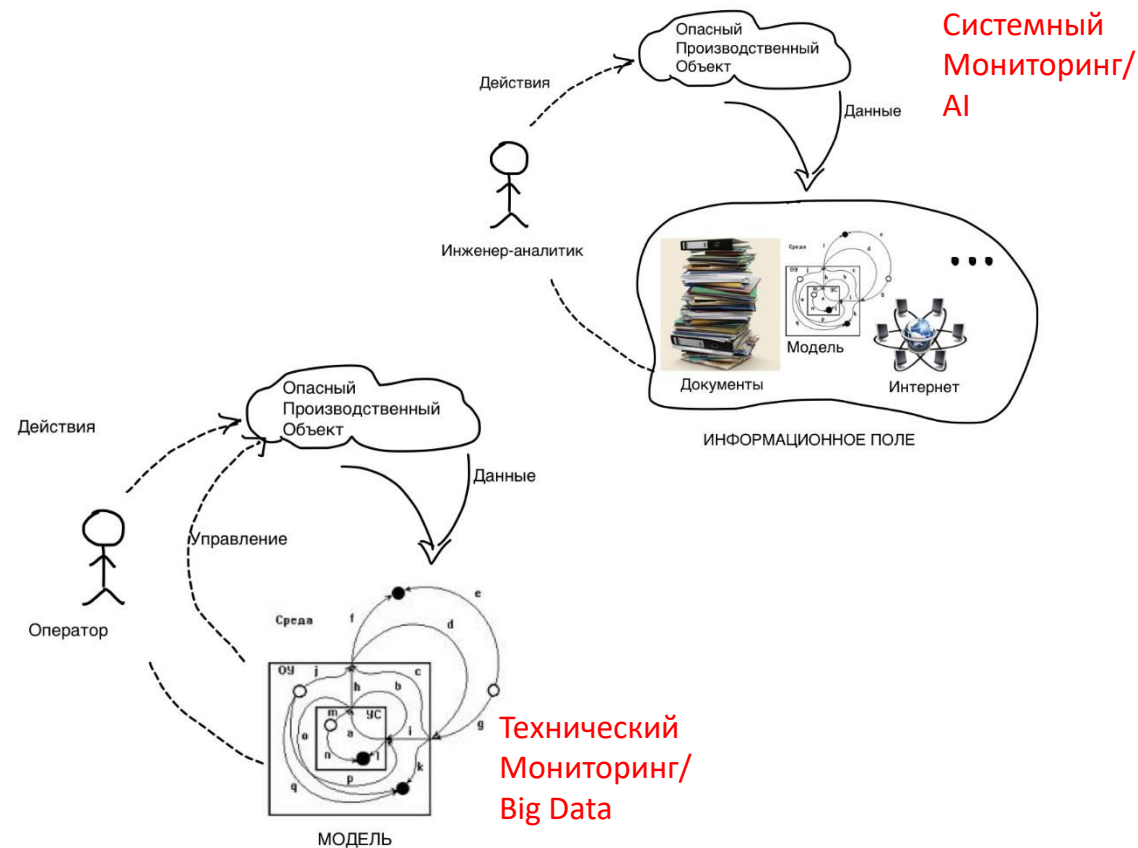
SCADA

АСУ ТП

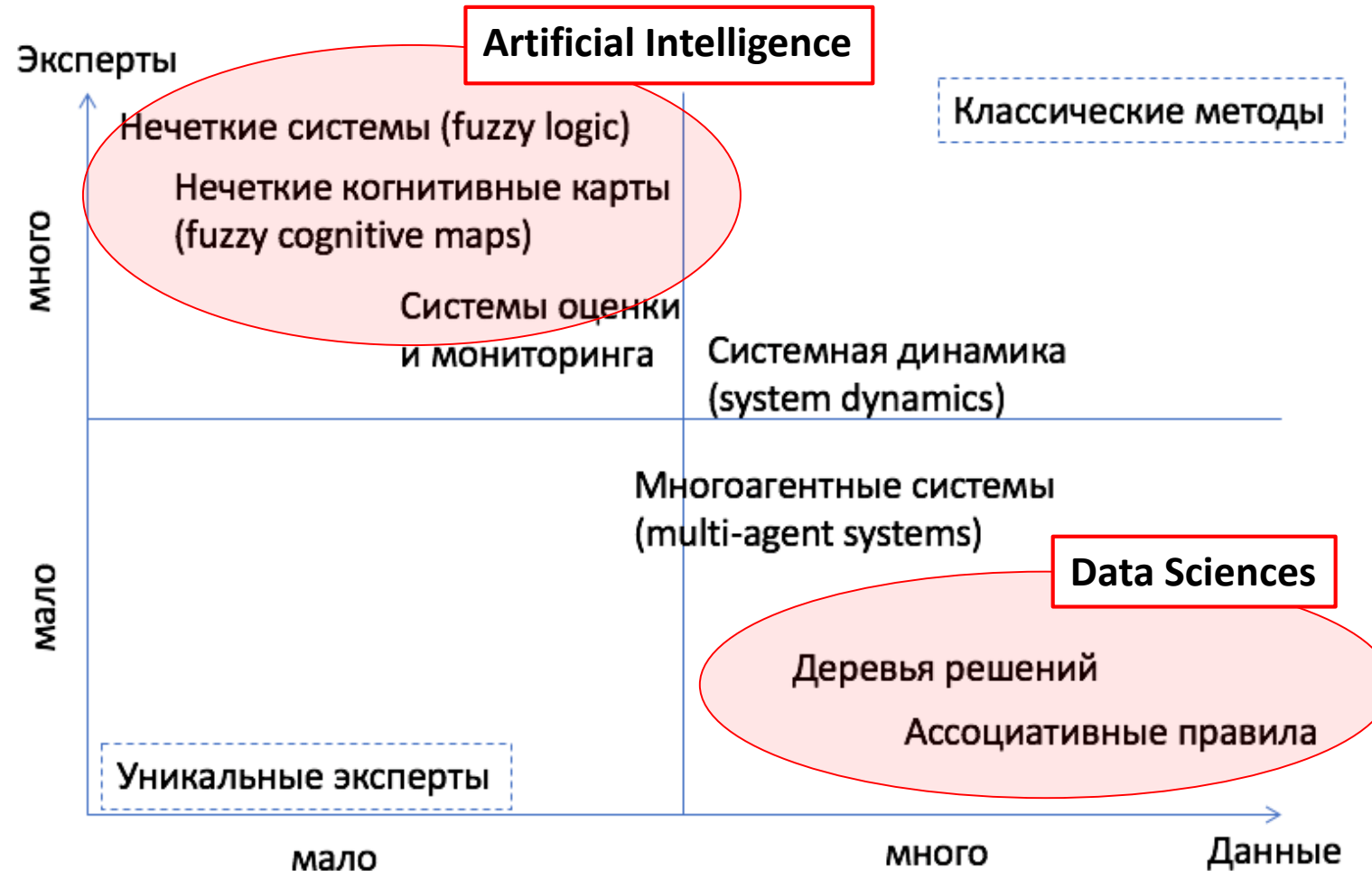
Контроллеры

Датчики

## Уровни мониторинга



## Какие технологии возможны?





# Пример: усиление физической мощности

Для различных задач - различные усилители



Лопата → Экскаватор



Лошадь → Ракета



Рычаг → Кран



# Мы уже усилили некоторые интеллектуальные функции

- Память



- Вычислительная мощность





- **Системная динамика**

- Автором является проф. Джей Форрестер (Jay Wright Forrester), MIT.
- Трудоемкость разработки, настройки и верификации (параметрические модели элементов)
- Нет обработки информационного потока (модель верхнего уровня)

- **Нечеткие когнитивные карты**

- Автором является проф. Барт Кошко (Bart Andrew Kosko), USC
- Нет обработки информационного потока (только подсистема моделирования)