

# **Текущее состояние и направления развития технологий искусственного интеллекта и традиционных информационных технологий**

**Переход к семантическим информационным  
технологиям**

Голенков В.В., Гулякина Н.А., Шункевич Д.В.

Кафедра интеллектуальных информационных технологий БГУИР

# Содержание доклада

1. Введение
2. Состояние и проблемы традиционных информационных технологий
3. Проблемы развития технологий искусственного интеллекта
4. Проблемы развития автоматизации научно-технической деятельности
5. Выводы
6. Предлагаемый подход к решению указанных проблем
7. Технология OSTIS
8. Экосистема OSTIS
9. Заключение

# 1. Введение

До настоящего времени традиционные информационные технологии и технологии искусственного интеллекта развивались **независимо** друг от друга.

Сейчас настало время **фундаментального переосмысления** опыта эволюции традиционных информационных технологий и их **глубокой интеграции** с технологиями искусственного интеллекта. Это необходимо для устранения целого ряда недостатков традиционных информационных технологий.

\*  
Как говорил В. М. Глушков, автоматизация беспорядка приводит к еще большему беспорядку, а безграмотная автоматизация хуже ее отсутствия.

Но если автоматизация требует применения методов и средств искусственного интеллекта, то последствия безграмотной автоматизации могут быть еще более разрушительны.

# Рассмотрим проблемы развития информационных технологий

- в области традиционных компьютерных систем
- в области интеллектуальных систем
- в области автоматизации научно-технической деятельности

## **2. Состояние и проблемы традиционных информационных технологий**

\*  
**Современное состояние** традиционных информационных технологий в целом можно охарактеризовать как

- иллюзию благополучия;
- иллюзию **всесилия финансовых ресурсов** в решении различных технических задач;
- **вавилонское столпотворение** различных технических решений, о совместимости которых никто серьезно не задумывается;
- отсутствие **комплексного системного подхода** к автоматизации сложных видов деятельности;
- отсутствие осознания того, что недостатки современных информационных технологий имеют фундаментальный, системный характер.

## **Проблемы традиционных информационных технологий:**

**Многообразии семантически эквивалентных форм (языков) представления (кодирования) обрабатываемой информации (знаний) в памяти компьютерных систем, что приводит:**

- к дублированию семантически эквивалентных информационных компонентов;
- к семантической несовместимости компьютерных систем;
- к существенному снижению эффективности применения.

**Недостаточно высока степень обучаемости современных компьютерных систем в ходе их эксплуатации, следствием чего является высокая трудоемкость их сопровождения и совершенствования, а также недостаточно длительный их жизненный цикл.**

**Отсутствует возможность у экспертов реально влиять на качество разрабатываемых компьютерных систем.**

**Отсутствует семантическая (смысловая) унификация интерфейсной деятельности пользователей компьютерных систем.**



\*  
Очевидно, что решить указанные проблемы можно только путем фундаментального переосмысления архитектуры и принципов организации сложных компьютерных систем. Основой такого переосмысления является **устранение многообразия форм представления (кодирования) информации в памяти компьютерных систем.**

# **3. Проблемы развития технологий искусственного интеллекта**

## Современные направления развития искусственного интеллекта:

- управление знаниями и онтологический инжиниринг, Semantic Web
- логики (четкие, нечеткие, дедуктивные, индуктивные, абдуктивные, дескриптивные, темпоральные, пространственные и т.д.)
- искусственные нейросети, байесовские сети и генетические алгоритмы (Machine learning в узком смысле)
- компьютерная лингвистика (NLP)
- семантический анализ текстов естественного языка
- image processing – техническое зрение (семантический анализ изображений)
- speech processing – семантический анализ речевых сообщений
- многоагентные системы
- гибридные интеллектуальные системы

# Текущее состояние технологий искусственного интеллекта

- Есть большой набор частных технологий искусственного интеллекта с соответствующими фреймворками, но отсутствует **общая теория интеллектуальных систем** и, как следствие, отсутствует комплексная **общая комплексная технология проектирования интеллектуальных систем** (см. конференции «Artificial General Intelligence», проводимые с 2008 года)
- Обеспечение совместимости частных технологий искусственного интеллекта осуществляется недостаточно активно

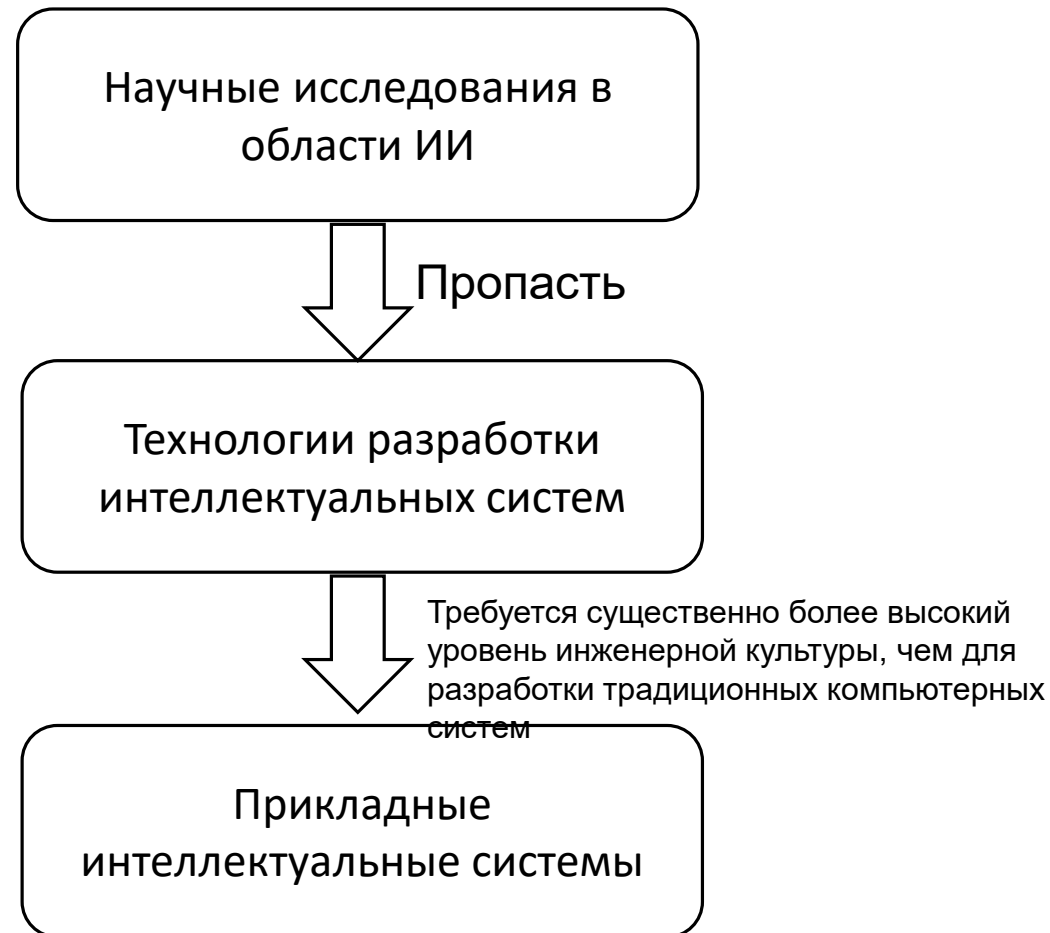
## Социально-методологические проблемы развития ИИ

- **Высокий социальный интерес** к результатам работ в области ИИ и большая сложность этой науки порождает авантюризм.

Серьезная наука перемешивается с безответственным маркетингом, понятийной и терминологической неряшливостью и безграмотностью, вбрасыванием новых абсолютно ненужных эффектных терминов, запутывающих суть дела, но создающих иллюзию принципиальной новизны.

- **Междисциплинарный характер исследований** в области ИИ существенно затрудняет эти исследования, т.к. работа на стыках научных дисциплин требует особой квалификации.

\* Несмотря на наличие серьезных научных результатов в области ИИ, темпы развития рынка интеллектуальных систем не столь впечатляющи.



# Требования к разработчикам интеллектуальных систем

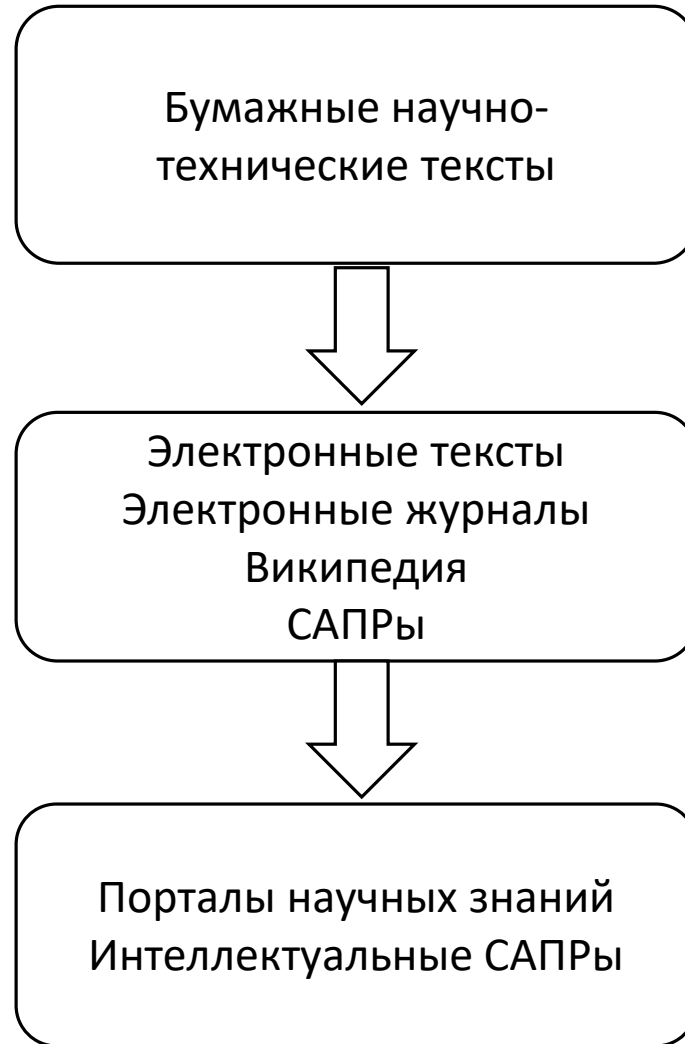
Переход от проектирования традиционных компьютерных систем к проектированию интеллектуальных систем требует от разработчиков существенного повышения:

- **уровня математической культуры** при построении формальной модели среды, в которой функционирует интеллектуальная система, формальных моделей решаемых ею задач и формальных моделей различных используемых ею способов решения задач;
- **уровня системной культуры**, позволяющей адекватно оценивать качество разрабатываемых систем с точки зрения общей теории систем и, в частности, оценивать общий уровень автоматизации, реализуемый с помощью этих систем;
- **уровня технологической культуры**, обеспечивающей совместимость разрабатываемых систем, а также постоянное расширение библиотеки многократно используемых компонентов создаваемых систем.

# **4. Проблемы развития автоматизации научно- технической деятельности**



# Эволюция научно-технической деятельности



\*  
Основной проблемой развития научно-технической деятельности и, соответственно, ее автоматизации является необходимость глубокой конвергенции различных научных дисциплин, о чем говорится в целом ряде работ, в частности, Янковской А.Е. и Палагина А.В.

## Ссылки:

- Янковская, А.Е. Анализ данных и знаний на основе конвергенции нескольких наук и научных направлений / А.Е. Янковская // Международная конференция «Интеллектуализация обработки информации» (ИОИ-8), Кипр, г. Пафос, 17–24 октября 2010 г. – сс. 196-199.
- Палагин, А.В. Проблемы трансдисциплинарности и роль информатики / А.В. Палагин // Кибернетика и системный анализ. – 2013. №5. – сс. 3-13.

\*  
Важной проблемой также является снижение времени и трудоемкости на организацию информационного взаимодействия между научными работниками при согласовании точек зрения, при совместном выполнении каких-либо исследований, при совместной работе над статьями или монографиями, при рецензировании.

# 5. Выводы

\*  
**Проклятие вавилонского столпотворения и, как следствие, несовместимость информационных ресурсов нас преследует везде:**

- и в развитии традиционных компьютерных систем;
- и в развитии интеллектуальных систем;
- и в развитии научной и инженерной деятельности.

\*  
Можно выделить две тенденции развития компьютерных систем:

- Преобразование традиционных компьютерных систем в **интеллектуальные системы**, что является результатом расширения множества решаемых задач за счет так называемых **интеллектуальных задач**.
- Преобразование компьютерных систем (в том числе и интеллектуальных) в **семантические компьютерные системы** для обеспечения совместимости и гибридности, что еще больше расширяет множество решаемых задач за счет **комплексных задач**, каждая из которых требует использования разных видов знаний и разных моделей решения задач

## **6. Предлагаемый подход к решению указанных проблем**



Преодоление недостатков современных компьютерных систем предполагает:

- **унификацию представления** обрабатываемой информации
- **функциональную унификацию** (унификацию принципов обработки информации)

Важно отметить, что унификация (стандартизация) – это не ограничение творческой свободы инженера, а способ обеспечения совместимости результатов инженерной деятельности.

Унификация информации, используемой в компьютерных системах, предполагает:

- **синтаксическую унификацию** используемой информации – унификацию формы представления (кодирования) этой информации. При этом следует отличать
  - кодирование информации в памяти компьютерной системы;
  - представление информации для пользователей, обеспечивающее однозначность интерпретации (понимания, трактовки) этой информации разными людьми;
- **семантическую унификацию** используемой информации в основе которой лежит согласование и точная спецификация всех (!) используемых понятий (концептов) с помощью иерархической системы формальных онтологий.

# Унификация представления информации

Объективным ориентиром для **унификации представления информации** в памяти компьютерных систем и ключом к решению многих проблем традиционных компьютерных систем является ***формализация смысла представляемой информации***

Согласно В. В. Мартынову, «фактически всякая мыслительная деятельность человека (не только научная), как полагают многие ученые, использует **внутренний семантический код**, на который переводят с естественного языка и с которого переводят на естественный язык. Поразительная способность человека к идентификации огромного множества структурно различных фраз с одинаковым смыслом и способность запомнить смысл вне этих фраз убеждает нас в этом»

Уточнение **смыслового представления** информации основано на **максимально возможном упрощении синтаксиса при обеспечении универсальности** путем исключения из такого внутреннего универсального языка всех средств, обеспечивающих коммуникационную функцию языка (т. е. обмен сообщениями).

Для внутреннего языка компьютерной системы являются излишними коммуникационные возможности (имена, союзы, предлоги, разделители, ограничители, склонения, спряжения и т. д.)

**Смысл** – это абстрактная знаковая конструкция, являющаяся инвариантом максимального класса семантически эквивалентных знаковых конструкций (текстов), принадлежащих самым разным языкам и удовлетворяющая следующим требованиям:

- **отсутствие синонимии** знаков (многократного вхождения знаков с одинаковыми денотатами);
- **отсутствие дублирования информации** в виде семантически эквивалентных текстов (не путать с логической эквивалентностью);
- **отсутствие омонимичных знаков** (в том числе местоимений);
- **отсутствие у знаков внутренней структуры** (атомарный характер знаков);

## Смысл (продолжение)

- **отсутствие склонений, спряжений** (как следствие отсутствия у знаков внутренней структуры);
- **отсутствие фрагментов** знаковой конструкции, **не являющихся знаками** (разделителей, ограничителей, и т.д.);
- **выделение знаков связей**, компонентами которых могут быть любые знаки, с которыми знаки связей связываются синтаксически задаваемыми отношениями инцидентности.

\*  
Существенно подчеркнуть, что рассмотренные принципы смыслового представления информации приводят к **нелинейным** (графовым) **знаковым конструкциям**, что усложняет организацию памяти компьютерных систем, но существенно упрощает логическую архитектуру компьютерных систем.



В качестве основы **унификации принципов обработки информации** предлагается использовать **многоагентный подход**. Ориентация на многоагентный подход обусловлена следующими основными преимуществами такого подхода:

- **автономность** (независимость) **агентов** в рамках такой системы, что позволяет локализовать изменения, вносимые в систему при ее эволюции, и снизить соответствующие трудозатраты;
- **децентрализация обработки**, т.е. отсутствие единого контролирующего центра, что также позволяет локализовать вносимые в систему изменения.

Но современные средства построения имеют ряд недостатков:

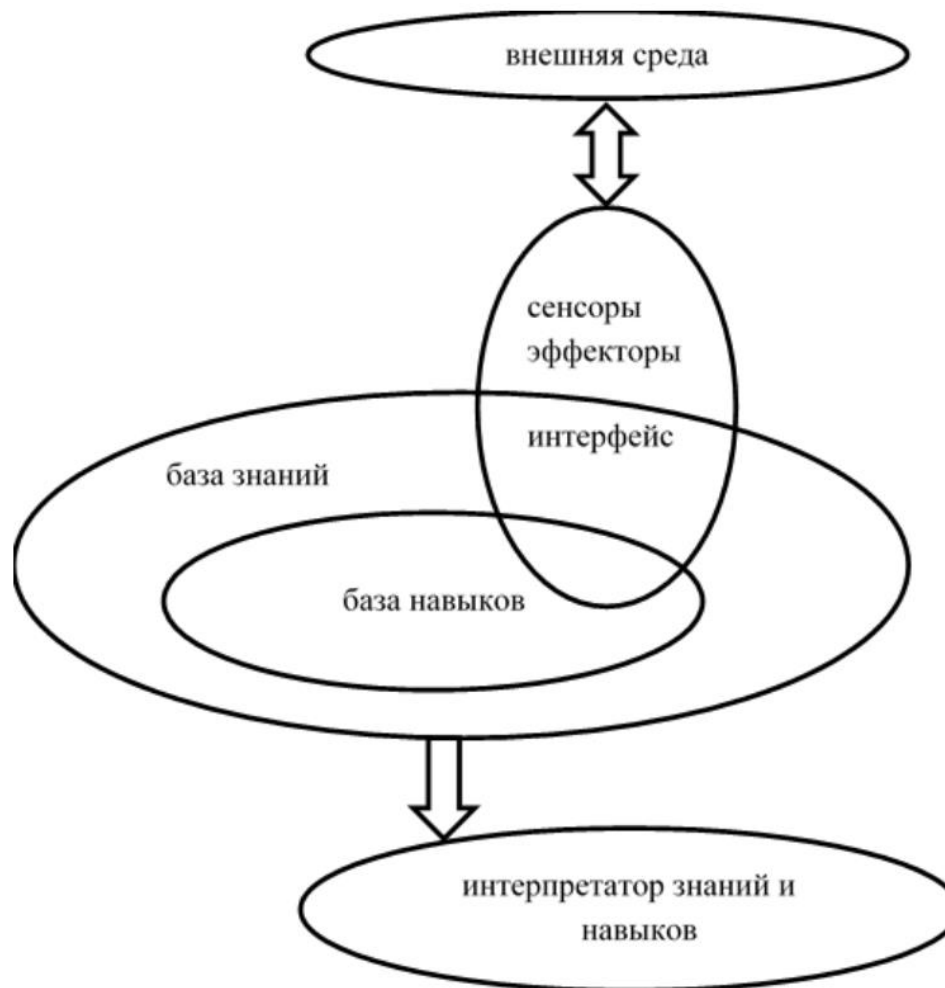
- **знания** агента **представляются** **при помощи узкоспециализированных языков**, зачастую не предназначенных для представления знаний в широком смысле и онтологий в частности.
- большинство современных средств предполагает, что **взаимодействие агентов** осуществляется **путем обмена сообщениями непосредственно** от агента к агенту.
- **логический уровень** взаимодействия агентов жестко **привязан к физическому уровню** реализации многоагентной системы.
- **среда**, с которой взаимодействуют агенты, **уточняется отдельно разработчиком** для каждой многоагентной системы, что приводит к существенным накладным расходам и несовместимости таких многоагентных систем.

**Перечисленные недостатки предполагается устранять за счет использования следующих принципов:**

- **коммуникацию агентов предполагается осуществлять путем спецификации в общей памяти компьютерной системы выполняемых агентами действий (процессов), направленных на решение каких-либо задач;**
- **в роли внешней среды для агентов выступает та же общая память;**
- **спецификация каждого агента описывается средствами языка представления знаний в той же памяти;**
- **синхронизацию деятельности агентов предполагается осуществлять на уровне выполняемых ими процессов;**
- **каждый информационный процесс в любой момент времени имеет ассоциативный доступ к необходимым фрагментам базы знаний, хранящейся в общей памяти;**

\*  
С учетом сказанного, можно определить ***семантическую интеллектуальную систему*** как компьютерную систему, основанную на **СМЫСЛОВОМ** представлении знаний, обладающую высоким уровнем **обучаемости**, т.е. способностью быстро приобретать новые и совершенствовать уже приобретенные знания и навыки и при этом не иметь никаких ограничений на вид приобретаемых и совершенствуемых ею знаний и навыков, а также на их **совместное** использование.

# Архитектура семантической интеллектуальной системы



\*  
Таким образом, устранение проблем современных информационных технологий фактически преобразует современные компьютерные системы в **семантические интеллектуальные системы**, которые следовательно, являются не альтернативной ветвью развития компьютерных систем, а естественным этапом их эволюции, направленным на обеспечение их совместимости, а также на повышение уровня их гибкости, стратифицированности, рефлексивности, гибридности и обучаемости

# 7. Технология OSTIS

\*  
**Семантические информационные технологии**  
– следующий этап развития информационных технологий, обеспечивающий

1. Информационную и функциональную **совместимость** компьютерных систем различного уровня сложности

2. **Устранение дублирования** информационных ресурсов, а также функциональных средств в различных системах и тем самым **существенное снижение** трудоемкости разработки компьютерных систем



\*  
Для проектирования **семантических компьютерных систем** (в том числе и **семантических интеллектуальных систем**) нами разработана **Технология OSTIS** (Open Semantic Technology for Intelligent Systems).

Системы, построенные по этой технологии, названы ***ostis-системами***.

При разработке Технологии OSTIS были решены следующие задачи:

- разработан базовый способ смыслового кодирования знаний различного вида – SC-код
- sc-хранилище
- базовый язык программирования SCP
- метасистема IMS.ostis

# Технология OSTIS - технология компьютерных систем нового поколения.

Принципы Технологии OSTIS (Open Semantic Technology for Intelligent Systems):

- ориентация на **смысловое однозначное представление знаний** в виде семантических сетей, имеющих базовую теоретико-множественную интерпретацию, что обеспечивает решение проблемы многообразия форм представления одного и того же смысла, и проблемы неоднозначности семантической интерпретации информационных конструкций;
- использование **ассоциативной графодинамической памяти**;
- применение **агентно-ориентированной модели обработки знаний**;
- обеспечение в проектируемых системах высокого уровня **гибкости, стратифицированности, рефлексивности, гибридности** и, как следствие, **обучаемости**.

# 8. Экосистема OSTIS

\* **Технология OSTIS реализуется в виде технической экосистемы, которая представляет собой коллектив взаимодействующих ostis-систем, постоянно поддерживающих совместимость друг с другом (согласование совместно используемых понятий, а также знаний и навыков). Таким образом, каждая ostis-система:**

- может вступать в кооперацию с любыми другими ostis-системами, входящими в **экосистему OSTIS** при решении задач, с которыми она не может справиться самостоятельно
- сама заботится о совместимости со всеми ostis-системами, входящими в **экосистему OSTIS**

## 9. Заключение

- Текущий этап развития традиционных и интеллектуальных информационных технологий знаменует переход от современных информационных технологий к **семантическим информационным технологиям** и к соответствующим самоорганизующимся экосистемам, состоящим из **семантических компьютерных систем**.
- Эпицентром текущего этапа развития информационных технологий является обеспечение и самообеспечение **совместимости** компьютерных систем и **согласованности** их функционирования

# Перспективные и конкурентоспособные направления развития ИИ в РБ

- семантический анализ изображений
- семантический анализ речи
- семантический анализ и понимание ея-текстов
- самоорганизация коллективов интеллектуальных систем
- комплексная семантическая технология проектирования совместимых интеллектуальных систем – Технология OSTIS и Экосистема OSTIS
- семантические компьютеры с графовой ассоциативной реконфигурируемой памятью

Голенков Владимир Васильевич,  
д.т.н., профессор  
Кафедра интеллектуальных  
информационных технологий  
БГУИР, г. Минск, Республика  
Беларусь

<http://conf.ostis.net>

<http://ims.ostis.net>

<http://iit.bsuir.by>

[golen@bsuir.by](mailto:golen@bsuir.by)