

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ РАБОТ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Голенков В. В., Гулякина Н. А., Шункевич Д. В.
Кафедра интеллектуальных информационных технологий,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {golen, guliakina, shunkevich}@bsuir.by

В работе рассмотрены основные методологические проблемы текущего состояния работ в области искусственного интеллекта, а также ключевые задачи и стратегические цели развития указанных работ. Обоснована необходимость перехода к согласованной комплексной автоматизации человеческой деятельности.

I. ПРОБЛЕМЫ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ РАБОТ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

К методологическим проблемам текущего состояния *Деятельности в области искусственного интеллекта* относятся следующие:

- Отсутствует общая формальная теория интеллектуальных компьютерных систем
:= [Отсутствует конвергенция (сближение) и интеграция различных направлений искусственного интеллекта]

⇒ *подпроблема**:

[Отсутствует общая формальная теория интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем]

⇒ *подпроблема**:

[Отсутствует унификация и стандартизация интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем]

- Отсутствует комплексная технология проектирования, производства и модернизации интеллектуальных компьютерных систем
- Отсутствует кадровый потенциал, необходимый для создания общей теории интеллектуальных компьютерных систем и комплексной технологии их проектирования, производства и модернизации
- У современных специалистов в области искусственного интеллекта отсутствует необходимый уровень интероперабельности, мотивации к конвергенции и интеграции различных направлений искусственного интеллекта

II. ГЛАВНЫЙ ПРОДУКТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Деятельность в области искусственного интеллекта

⇒ *главная стратегическая цель (главный продукт)**:

Комплексная автоматизация всех видов и областей человеческой деятельности на основе массового использования интеллектуальных компьютерных систем
:=

[Глобальная сеть (экосистема), состоящая из семантически совместимых интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем, самостоятельно и осмысленно взаимодействующих как между собой, так и с людьми]

⇒ *подцель**:

- Стратегическая научно-техническая программа комплексной автоматизации всех видов и областей человеческой деятельности на основе массового использования интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем
- Формализация и конвергенция различных видов и областей человеческой деятельности

Указанный подход к комплексной автоматизации человеческой деятельности означает переход на принципиально новый технологический уклад и уровень развития используемых человеком технологий.

III. АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основная проблема текущего состояния *Комплекса средств автоматизации человеческой деятельности* заключается в том, что доминирует независимая локальная автоматизация различных видов и областей человеческой деятельности, т. е. отсутствует комплексный (интегральный) подход к автоматизации человеческой деятельности в целом.

Подпроблемами указанной проблемы являются следующие:

- Каждый человек или коллектив должен вручную декомпозировать решаемые им комплексные задачи, требующие использования различных локальных средств автоматизации, а также должен вручную осуществлять взаимодействие этих средств при решении указанных комплексных задач.
- Каждый человек или коллектив должен знать, какие потенциально полезные ему

средства автоматизации существуют в текущий момент и как с этими средствами вручную взаимодействовать с помощью соответствующих пользовательских интерфейсов (т. е. знать язык общения с этими средствами и возможности этих средств).

- Отсутствует унификация пользовательских интерфейсов для различных локальных средств автоматизации (даже для функционально эквивалентных средств), т. е. с разными даже эквивалентными средствами автоматизации необходимо общаться на разных «языках».

Следствием того, что организация управления различными локальными средствами автоматизации носит эклектичный характер (разные средства управляются по-разному), являются большие затраты на формирование у пользователей навыков управления различными средствами автоматизации и недостаточно полное использование всех возможностей применяемых средств.

Современный этап информатизации и цифровой трансформации человеческой деятельности и соответствующие требования к компьютерной грамотности пользователей носят фактически издевательский характер, особенно для неподготовленных пользователей. Пользователя заставляют знать не только смысл своей задачи, но и то, как эта задача решается с помощью компьютерных систем. Причем в разных аналогичных компьютерных системах это делается по-разному.

- С расширением многообразия различных локальных средств автоматизации человеческой деятельности существенно возрастают накладные расходы каждого человека, а также каждого коллектива на организацию взаимодействия с этими средствами автоматизации и, соответственно, существенно сокращается доля времени, которую каждый человек или коллектив может потратить на принципиально неавтоматизируемую (в первую очередь творческую, созидательную) деятельность.

В настоящее время при расширении многообразия средств автоматизации локальных видов и областей человеческой деятельности человек незаметно для себя становится придатком этих средств, уровень квалификации которого определяется не уровнем понимания смысла выполняемой деятельности, а умением управлять соответствующими средствами автоматизации, т. е. умением грамотно нажимать на соответствующие клавиши, кнопки, рычаги.

Если провести аналогию современного характера использования средств автоматизации

человеческой деятельности с деятельностью в области музыкального творчества, то можно сказать, что на современном уровне использования средств автоматизации доминируют не творцы, не композиторы, а исполнители, которые неспособны внести собственный вклад в исполняемое произведение, вклад, раскрывающий замысел композитора, и которые тем более неспособны на уместную и гармоничную импровизацию. Очевидно, что такое положение дел существенно снижает темпы технологического прогресса, а также темпы прогресса во всех автоматизируемых областях человеческой деятельности.

Поскольку на современном этапе развития средств автоматизации человеческой деятельности доминирующий характер имеет информационная (умственная) деятельность (в том числе и деятельность по управлению различными средствами автоматизации физической деятельности), создаются хорошие предпосылки для унификации принципов организации управления этими средствами.

IV. АКТУАЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДА ОТ ЛОКАЛЬНОЙ К КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Прежде чем приступить к рассмотрению актуальности перехода от локальной к комплексной автоматизации человеческой деятельности, подчеркнем, что принципиальная возможность реализации такого перехода возникла сравнительно недавно. Это связано с тем, что указанный переход на новый уровень автоматизации человеческой деятельности предполагает автоматизацию не всегда априори предсказуемого и предусматриваемого взаимодействия между различными локальными средствами автоматизации и поэтому требует использования не просто интеллектуальных компьютерных систем, а интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем, способных к самостоятельному эффективному взаимодействию в процессе коллективного решения комплексных задач, теория и технология разработки которых только недавно получила свое развитие.

Человечество достигло больших успехов в автоматизации локальных видов и областей человеческой деятельности. При этом человек превратился в субъекта, не только управляющего данными средствами, но и в субъекта, связующего их между собой. Для того чтобы в этом убедиться, достаточно проанализировать, на что тратится время каждого из нас и можно ли это автоматизировать. А время – наш главный и при этом невозобновляемый ресурс. Необходимость именно комплексного подхода к автоматизации человеческой деятельности обусловлена следующим:

- Все виды и области человеческой деятельности взаимосвязаны.
- Автоматизация только локализованных видов и областей человеческой деятельности без автоматизации взаимодействия (связей) вынуждает людей «вручную» выполнять роль связующих звеньев между различными средствами автоматизации.

Массовое внедрение интеллектуальных компьютерных систем во все сферы человеческой деятельности и обеспечение их эффективного взаимодействия для коллективного решения сложных задач «на стыках» различных видов и областей человеческой деятельности переводит автоматизацию этой деятельности на качественно новый уровень.

Локальное использование интеллектуальных компьютерных систем принципиально не может существенно повысить общий уровень автоматизации. Снижение такого уровня происходит на «стыках». Это аналогично тому, что ремонт любой дороги на нескольких локальных участках при сохранении плохого качества дороги на промежутках между этими участками не может существенно повысить пропускную способность ремонтируемой дороги.

Для решения проблемы осознанной (осмысленной) автоматической стыковки средств автоматизации различных локальных видов и областей автоматизируемой человеческой деятельности необходим высокий уровень *интероперабельности* указанных взаимодействующих средств автоматизации (т. е. высокий уровень *семантической совместимости, договороспособности и способности к координации действий*).

V. КОНВЕРГЕНЦИЯ КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Зачем нам из-за методологической и системной безграмотности свои-ми руками усложнять создаваемую нами искусственную (рукотворную) часть окружающей среды? Мир, в котором мы живем, и так сложен. Необходимо находить как можно больше аналогий в том, что и как мы делаем, и реализовывать аналогичные компоненты нашей деятельности одинаковым образом. В этом состоит суть конвергенции. Все многообразие видов и областей человеческой деятельности должно быть переосмыслено на предмет их максимально возможной конвергенции для минимизации многообразия (дублирования) технических решений при разработке различных интеллектуальных компьютерных систем автоматизации человеческой деятельности.

Для решения проблемы комплексной автоматизации человеческой деятельности необходима конвергенция (обеспечение совместимости) и глубокая интеграция моделей, методов и средств автоматизации различных видов и областей че-

ловеческой деятельности. В этом как раз и заключается суть интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем. Однако указанная конвергенция моделей, методов и средств автоматизации требует также конвергенции самих видов и областей человеческой деятельности (это также существенно сократит многообразие средств автоматизации).

Конвергенция различных видов и областей человеческой деятельности предполагает построение общей формальной теории человеческой деятельности, являющейся основой для эффективной комплексной автоматизации всевозможных видов и областей человеческой деятельности, в основе которой лежит выявление аналогий и минимизация дублирования (многообразия), унификация и стандартизация технических решений. В результате этого многообразие частных (локальных) технических решений должно превратиться в систему семантически совместимых и эффективно взаимодействующих технических систем.

Для того чтобы строго говорить о конвергенции различных видов и областей человеческой деятельности, необходимо построить их четкую иерархическую систему. В качестве примера фрагмента такой системы рассмотрим структуру деятельности в области искусственного интеллекта.

Деятельность в области искусственного интеллекта

:= [Деятельность, направленная на создание интеллектуальных компьютерных систем (искусственных кибернетических систем)]

⇒ *декомпозиция**:

- Научно-исследовательская деятельность в области искусственного интеллекта, направленная на построение теории интеллектуальных компьютерных систем
- Разработка комплекса технологий искусственного интеллекта

:= [Разработка комплекса технологий поддержки жизненного цикла интеллектуальных компьютерных систем]

⇒ *декомпозиция**:

- Разработка и модернизация технологии проектирования интеллектуальных компьютерных систем
- Разработка и модернизация технологии производства интеллектуальных компьютерных систем
- Разработка и модернизация технологии эксплуатации интеллектуальных компьютерных систем
- Разработка и модернизация технологии модернизации

интеллектуальных компьютерных систем

- Инженерная деятельность в области Искусственного интеллекта
:= [Эксплуатация комплекса технологий искусственного интеллекта]
⇒ *декомпозиция**:
 - Проектирование интеллектуальных компьютерных систем (в том числе и глобальной экосистемы интеллектуальных компьютерных систем)
 - Производство интеллектуальных компьютерных систем
 - Эксплуатация интеллектуальных компьютерных систем
 - Модернизация интеллектуальных компьютерных систем
- Подготовка кадров в области искусственного интеллекта
- Общая организация деятельности в области искусственного интеллекта
:= [Разработка стратегии и тактики развития деятельности в области искусственного интеллекта и ее материально-техническое и финансовое обеспечение]

Очевидно, что подобную структуру имеют все области человеческой деятельности, направленные на создание различных сложных искусственных (в том числе и социотехнических) систем. При этом можно говорить об общих принципах организации и поддержки (автоматизации) с помощью интеллектуальных компьютерных систем:

- научно-исследовательской деятельности в самых разных областях;
- проектной деятельности в различных областях;
- производственной деятельности в различных областях;
- подготовки кадров в различных областях.

В основе указанной конвергенции различных видов и областей человеческой деятельности лежит борьба с информационным кризисом (информационным «потопом»), с дублированием накапливаемых человечеством знаний и навыков. Для этого необходим переход на смысловое представление этих знаний, удобное как для людей, так и для интеллектуальных компьютерных систем, а также конвергенция онтологий различных предметных областей (конвергенция соответствующих систем понятий).

Особо следует подчеркнуть, что непосредственная текущая деятельность администраторов (менеджеров) различного уровня по контролю и управлению бизнес-процессами соответствующих им организаций должна быть полностью формализована, автоматизирована и заменена на деятельность по эволюции (модернизации, раз-

витию, совершенствованию) этих организаций. Текучка не должна заедать – она должна просто исчезнуть!

VI. АРХИТЕКТУРА ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Глобальная экосистема интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем представляет собой сеть взаимодействующих индивидуальных интеллектуальных компьютерных систем.

Детализация архитектуры экосистемы прежде всего предполагает ролевую типологию (специализацию) индивидуальных интеллектуальных компьютерных систем, входящих в экосистему:

- персональные ассистенты;
- порталы научно-технических знаний;
- интеллектуальные автоматизированные системы управления сложными объектами различного вида (производственными предприятиями, городами, организациями, ...);
- интеллектуальные обучающие системы;
- интеллектуальные системы автоматизированного проектирования (в том числе коллективного) сложных систем различного вида.

Кроме того, можно говорить о типологии индивидуальных интеллектуальных компьютерных систем по характеру их внешней среды:

- индивидуальная интеллектуальная компьютерная система, взаимодействующая только с другими индивидуальными интеллектуальными компьютерными системами;
- корпоративная интеллектуальная компьютерная система, обеспечивающая координацию деятельности соответствующего коллектива интеллектуальных компьютерных систем;
- индивидуальная интеллектуальная компьютерная система, взаимодействующая с другими индивидуальными интеллектуальными компьютерными системами и с физической окружающей средой;
- индивидуальная интеллектуальная компьютерная система, взаимодействующая с другими индивидуальными интеллектуальными компьютерными системами и с конкретным обслуживаемым пользователем.
:= [персональный ассистент пользователя]

VII. НАПРАВЛЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ И ИСКУССТВЕННО ПОДДЕРЖИВАЕМОЙ ЭВОЛЮЦИИ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

Важнейшим фактором, определяющим качество любой кибернетической системы (в том числе и глобальной экосистемы интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем),

является не только ее *функциональная мощност*ь (множество всех решаемых ею задач, определяющих уровень ее самоорганизации, уровень ее интеллекта), но и уровень ее *обучаемости* (уровень способности к собственной эволюции, к повышению своего уровня самоорганизации, уровня интеллекта). Эволюция *Глобальной экосистемы интероперабельных интеллектуальных компьютерных систем* осуществляется одновременно на следующих архитектурных уровнях этой экосистемы:

- В рамках каждой *индивидуальной интеллектуальной компьютерной системы*, входящей в состав экосистемы (индивидуальная интеллектуальная компьютерная система – это целостная интеллектуальная компьютерная система, способная самостоятельно взаимодействовать с окружающей ее средой, в том числе и с себе подобными);
- В рамках каждого входящего в экосистему *коллектива индивидуальных интеллектуальных компьютерных систем*, входящих в состав экосистемы (каждый такой коллектив представляет собой многоагентную систему, способную коллективно решать соответствующее множество задач);
- В рамках каждого входящего в экосистему *иерархического коллектива интеллектуальных компьютерных систем*, в состав каждого из которых могут входить и индивидуальные интеллектуальные компьютерные системы, и коллективы индивидуальных интеллектуальных компьютерных систем, и другие иерархические коллективы интеллектуальных компьютерных систем;
- В рамках каждой *популяции интеллектуальных компьютерных систем*, входящих в экосистему и автоматически порождаемых и обучаемых в рамках экосистемы.

Рассмотрим подробнее направления эволюции индивидуальных и коллективных (многогенных) кибернетических систем:

- Каждая индивидуальная кибернетическая система (индивидуум, особь, организм) эволюционирует (совершенствуется, самообучается) путем накопления информации об окружающей среде и приобретения опыта по взаимодействию с этой средой. Целью эволюции (самообучения) является выявление таких полезных факторов окружающей среды, которые способствуют сохранению целостности и увеличению срока жизни индивидуальной кибернетической системы, а также выявление опасных (вредных) для кибернетической системы факторов окружающей среды.
- Каждая индивидуальная кибернетическая система имеет конечный срок жизненного

цикла. Поэтому важнейшим этапом эволюции индивидуальных кибернетических систем является приобретение ими способности порождать (воспроизводить) себе подобных (например, путем деления). В результате вместо множества разнообразных индивидуальных кибернетических систем возникает множество разнообразных популяций индивидуальных кибернетических систем, каждая из которых состоит из индивидуальных кибернетических систем одного вида, способных размножаться, т. е. порождать «потомство» новых себе подобных индивидуальных кибернетических систем, которым передается опыт, накопленный «предками».

- Переход от индивидуальных кибернетических систем к их *коллективам*, обеспечивающим существенное расширение множества решаемых задач. В основе таких коллективов лежат принципы организации взаимодействия индивидуальных кибернетических систем при коллективном решении сложных задач.
- Формирование (создание) для всех членов коллектива или популяции кибернетических систем *общей памяти*, в которой аккумулируются все накопленные ими знания и передаются всем членам коллектива или популяции кибернетических систем (в частности, от предков к потомкам). В основе указанной общей памяти лежит общий язык.
- Эволюция кибернетической системы, осуществляемая не только в форме повышения качества своей базы знаний, но и в форме модернизации собственной физической оболочки, а также в форме изменения своей внешней среды.

Основная цель *кибернетики* – познать законы эволюции (самоорганизации), которые в природе реализуются методом проб и ошибок, требуя много времени, и создать искусственные самоорганизующиеся системы, в рамках которых существенно ускорятся темпы их эволюции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986.
2. Палагин, А. В. Проблемы трансдисциплинарности и роль информатики / А. В. Палагин // Кибернетика и системный анализ. – 2013. – № 5. – С. 3–13.
3. Голенков, В. В. Открытая технология онтологического проектирования, производства и эксплуатации семантически совместимых гибридных интеллектуальных компьютерных систем / В. В. Голенков, Н. А. Гулякина, Д. В. Шункевич. – Минск : Бестпринт, 2021. – 690 с.
4. Тарасов, В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям / В. Б. Тарасов. – М. : Изд-во УРСС, 2002. – 352 с.