

**АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ***Богомолова М.А.*

В статье выделены аспекты интеллектуальности информационных систем и проведен анализ существующих определений по этим аспектам. В итоге сформулировано определение интеллектуальной информационной системы, обобщающее существующие подходы.

Ключевые слова: интеллектуальная информационная система, интеллектуальность.

Введение

Сегодня можно достаточно обоснованно говорить о том, что наступает качественно новый этап развития цивилизации, существо которого состоит в освоении и широкомасштабном использовании информации и ее высшей формы – научных знаний – практически во всех сферах социальной активности общества. В связи с этим идет пересмотр методов управления и организации. Новые методы управления тесно связаны с понятием «экономики знаний», в которой основными факторами развития являются знания и человеческий капитал.

На современном этапе своего развития экономика знаний отличается важной особенностью. Дело в том, что в отличие от всей предшествовавшей экономической истории новейший период характеризуется крайне интенсивными процессами распространения знаний, появлением для этого специальных технологий, например, информационных и телекоммуникационных, – экономика трансформируется интеллектуальными информационными системами (ИИС) и технологиями. Поэтому актуальной задачей является определение признаков интеллектуальности информационных систем с целью формирования единой понятийной базы для проведения исследований в данной области.

Аспекты интеллектуальности

К настоящему моменту предложено и разработано значительное количество всевозможных подходов, методов, алгоритмов, относящихся к различным проблемам ИИС. Однако не существует четко признанного всеми определения

«интеллектуальность» в отношении информационных систем и технологий. Существующие определения ИИС выделяют различные признаки интеллектуальности, дополняющие друг друга. В этой связи возникает необходимость провести анализ, сопоставить между собой эти определения, выделив сходные точки зрения.

С этой целью предлагается провести анализ по следующим аспектам ИИС.

1. Уровень интеллектуальности.
2. Концепция интеллектуальности.
3. Принципы создания интеллектуальных систем.
4. Архитектурные особенности.
5. Признаки интеллектуальных информационных систем.

В качестве источников выбраны ведущие российские научные школы, занимающиеся данной проблематикой.

Уровень интеллектуальности

В [4] ИИС в зависимости от характера реализуемых интеллектуальных функций, то есть от уровня интеллектуальности, разделены на системы, интеллектуальные «в большом» и «в малом».

Управляющие системы, интеллектуальные «в большом», – это системы, организованные и функционирующие в соответствии с принципами (в полном их объеме):

- взаимодействие с реальным внешним миром с использованием информационных каналов связи;
- принципиальная открытость системы с целью повышения интеллектуальности и совершенствования собственного поведения;
- наличие механизмов прогноза изменений внешнего мира и собственного поведения системы в динамически изменяющемся внешнем мире;
- наличие многоуровневой иерархической структуры, построенной в соответствии с правилом: повышение интеллектуальности и снижение требований к точности моделей по мере повышения уровня иерархии в системе (и наоборот);

- сохраняемость функционирования (возможно, с некоторой потерей качества или эффективности; иначе, с некоторой деградацией) при разрыве связей или потере управляющих воздействий от высших уровней иерархии управляющей структуры.

Управляющие системы, интеллектуальные «в малом», не удовлетворяют перечисленным принципам, но используют при функционировании знания как средство преодоления неопределенности входной информации, описания управляемого объекта или его поведения.

В [7] выделяются следующие уровни интеллектуальности.

1. Эвристическая (экспертная, адаптивная, ситуационная, нечеткая и др.) коррекция формального (математического, алгоритмического, другого аналогичного) описания объекта управления – частичное привнесение интеллекта.

2. Интеллектуальность как обязательный атрибут систем, уровень сложности которых не позволяет дать приемлемый для адекватного восприятия системы уровень моделирования за счет ее функционального (или «кибернетического») описания.

В [5] выделены также два уровня задач, решаемых с использованием ИИС.

1. Задачи в замкнутой форме, решаемые в рамках парадигмы классической рациональности, используют принцип оппозиции субъекта и объекта, а также процедуру объяснения, подводящую явление под закон и причину.

2. Задачи в открытой форме (не удалена неполнота, избыточность и однозначность), обладающие неопределенностью в самой их постановке, могут решаться только на основе принципа суперпозиции субъекта и объекта и процесса понимания (постижения и смысла), происходящего в условиях общения, коммуникации и диалога. Задачи в открытой форме относятся к классу задач, решаемых в реальном масштабе времени, то есть в темпе, соответствующем скорости развития ситуации. Применительно к ним нельзя говорить о наилучшем (или оптимальном) решении, что, наоборот, характерно для задач в замкнутой форме, для которых время является хотя и сопутствующим, но второстепенным фактором.

Таким образом, можно сделать вывод, что все авторы выделяют два уровня интеллектуальности в одной и той же трактовке, но с разной формулировкой.

Концепция интеллектуальности

Интеллектуальные технологии между собой различает прежде всего то, что именно положено в основу концепции интеллектуальности:

- либо умение работать с формализованными знаниями человека (экспертные системы, нечеткая логика), либо свойственные человеку приемы обучения и мышления (искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы) [10];

- использование контекстно-зависимых языков представления системно сложных объектов и систем управления, работающих с такими языками [7].

Таким образом, учитывая уровень интеллектуальности, можно сделать вывод, что первая концепция, приведенная в [10], относится к системам, интеллектуальным «в малом», а в [7] – к системам, интеллектуальным «в большом».

Принципы интеллектуальности

В результате анализа различных источников выявлены принципы, которые лежат в основе создания интеллектуальных систем управления:

- ситуационное управление (управление на основе анализа внешних ситуаций или событий) и использование современных информационных технологий обработки знаний [10];

- адаптивность, позволяющая строить программы целесообразной деятельности по решению поставленных перед ними задач на основании конкретной ситуации, складывающейся на данный момент в окружающей их среде [3];

- основной акцент – это обработка знаний (в большей степени, чем обработка данных или информации) [1];

- использование при функционировании знаний как средства преодоления неопределенности входной информации, описания управляемого объекта или его поведения [4].

Все авторы сходятся во мнении о том, что в основе создания ИИС управления лежит ситуационное управление с использованием механизма системной обработки знаний

Архитектурные особенности

Выявлены следующие требования к архитектуре ИИС:

- использование количественных моделей, основанных на знаниях о предметных областях; подсистема управления знаниями [1];

- использование базы знаний для генерации алгоритмов решения прикладных задач различ-

ных классов в зависимости от конкретных информационных потребностей пользователей [2];

- наличие базы знаний, содержащей сведения (факты), модели и правила, позволяющие уточнить поставленную задачу управления и выбрать рациональный способ ее решения [4];

- представление модели экономического объекта и его окружения в виде базы знаний и средств дедуктивных и правдоподобных выводов [9];

- механизм получения, хранения и обработки знаний для реализации своих функций [10].

Таким образом, все авторы сходятся во мнении о необходимости наличия в контуре подсистемы управления знаниями, в качестве которой выступает либо база знаний, либо количественные модели, основанные на знаниях о предметной области.

Признаки ИИС

1. Коммуникативные способности:

- развитые коммуникативные способности (системы с интеллектуальным интерфейсом) [2];

- развитые коммуникативные способности: возможность обработки произвольных запросов в диалоге на языке, максимально приближенном к естественному (система естественно-языкового интерфейса) [9].

2. Способность к решению слабоформализованных задач:

- умение решать сложные плохо формализуемые задачи (экспертные системы) [2];

- направленность на решение слабоструктурированных, плохо формализуемых задач – реализация мягких моделей (зависимости между основными показателями являются не вполне определенными или даже неизвестными в пределах некоторого класса) [9].

3. Способность к работе с динамичными данными:

- способность работать с динамическими, эволюционирующими, нестационарными фактами [6];

- способность работать с неопределенными и динамичными данными [9].

4. Способность к самообучению и адаптации:

- способность к самообучению (самообучающиеся системы) [2];

- адаптивность (адаптивные информационные системы) [2];

- способность обобщать, улавливая сходство между имеющимися фактами, в наборе фактов распознавать существенные [3];

- знания о неизвестных характеристиках объекта управления и окружающей среды формируются в процессе обучения и адаптации, а полученная при этом информация используется в процессе автоматического принятия решений так, что качество управления улучшается [4];

- способность получать и анализировать информацию, понимать ее и делать новые выводы (пополняя ее), формулировать заключения, т.е. «мыслить», помогая естественному интеллекту – человеку, который, в свою очередь, корректируя, «улучшает» принятое интегрированное решение [6];

- способность к развитию системы и извлечению знаний из накопленного опыта конкретных ситуаций [9];

- возможность получения и использования информации, которая явно не хранится, а выводится из имеющихся в базе данных [9];

- способность к пониманию и обучению в отношении объекта управления, возмущений, внешней среды и условий работы [10].

5. Способность к самооценке:

- способность к самооценке – обладают рефлексией, то есть средствами для оценки результатов собственной работы [3];

- система имеет не только модель предметной области, но и модель самой себя, что позволяет ей определять границы своей компетентности [9].

6. Способность к логическим выводам и умозаключениям:

- способность из имеющихся фактов и знаний сделать выводы не только с использованием дедукции, но и с помощью аналогии, индукции [3];

- способность на основе сведений и знаний при наличии мотивации синтезировать цель, вырабатывать решение о действии и находить рациональные способы достижения цели [8];

- способность к аддуктивным выводам, то есть к выводам по аналогии [9].

7. Способность к объяснению полученных решений:

- способность ответить на вопрос, почему получен тот или иной результат, с помощью подсистем объяснения [3];

- способность объяснять свои действия, неудачи пользователя, предупреждать пользователя о некоторых ситуациях, приводящих к нарушению целостности данных [9].

Обобщение определений ИИС

Вышеупомянутые определения ИИС указывают на то, что среди авторов наблюдается согласие по многим вопросам. В большинстве определений выявлены некоторые общие элементы по выделенным аспектам, в результате чего предложено определение ИИС, обобщающее существующие подходы.

1. Уровень интеллектуальности.

В зависимости от характера реализуемых интеллектуальных функций, то есть от уровня интеллектуальности, различают информационные системы управления, интеллектуальные «в большом» и «в малом».

Управляющие системы, интеллектуальные «в большом», – это системы, организованные и функционирующие в соответствии с принципами (в полном их объеме):

- взаимодействие с реальным внешним миром с использованием информационных каналов связи;

- принципиальная открытость системы с целью повышения интеллектуальности и совершенствования собственного поведения;

- наличие механизмов прогноза изменений внешнего мира и собственного поведения системы в динамически изменяющемся внешнем мире;

- наличие многоуровневой иерархической структуры, построенной в соответствии с правилом: повышение интеллектуальности и снижение требований к точности моделей по мере повышения уровня иерархии в системе (и наоборот);

- сохраняемость функционирования (возможно, с некоторой потерей качества или эффективности; иначе, с некоторой деградацией) при разрыве связей или потере управляющих воздействий от высших уровней иерархии управляющей структуры.

Интеллектуальность является обязательным атрибутом таких систем, поскольку уровень их сложности не позволяет дать приемлемый для адекватного восприятия системы уровень моделирования за счет ее функционального (или «кибернетического») описания.

Они нацелены на задачи в открытой форме (не удалена неполнота, избыточность и однозначность), обладающие неопределенностью в самой их постановке, решаемые только на основе принципа суперпозиции субъекта и объекта и процесса понимания (постижения и смысла), происходящего в условиях общения, коммуникации и диалога. Задачи в открытой форме относятся

к классу задач, решаемых в реальном масштабе времени, то есть в темпе, соответствующем скорости развития ситуации. Применительно к ним нельзя говорить о наилучшем (или оптимальном) решении.

Это связано с тем, что принципы классической рациональности, исходящей из познаний действительности как она есть сама по себе без примеси человеческой субъективности, не могут переноситься в сферу управления сложными социальными, экономическими и социотехническими системами, создаваемыми и функционирующими при участии людей, принимающих те или иные решения.

Управляющие системы, интеллектуальные «в малом», не удовлетворяют перечисленным принципам систем, интеллектуальным «в большом», но используют при функционировании знания как средство преодоления неопределенности входной информации, описания управляемого объекта или его поведения.

Они осуществляют эвристическую (экспертную, адаптивную, ситуационную, нечеткую и др.) коррекцию формального (математического, алгоритмического, другого аналогичного) описания объекта управления.

Они нацелены на задачи в замкнутой форме, решаемые в рамках парадигмы классической рациональности, используя принцип оппозиции субъекта и объекта, а также процедуру объяснения, подводящую явление под закон и причину.

Применительно к задачам в замкнутой форме можно говорить о наилучшем (или оптимальном) решении, поскольку время для них является хотя и сопутствующим, но второстепенным фактором.

2. Концепция интеллектуальности

- для управляющих систем, интеллектуальных «в малом»: либо умение работать с формализованными знаниями человека (экспертные системы, нечеткая логика), либо свойственные человеку приемы обучения и мышления (искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы);

- для управляющих систем, интеллектуальных «в большом»: использование контекстно-зависимых языков представления системно сложных объектов и систем управления, работающих с такими языками.

3. Принципы создания интеллектуальных систем:

- ситуационное управление (управление на основе анализа внешних ситуаций или событий);

- использование современных информационных технологий обработки знаний.

4. Архитектурные особенности

Наличие подсистемы управления знаниями, в качестве которой выступают количественные модели, основанные на знаниях о предметной области.

5. Признаки интеллектуальных информационных систем:

- развитые коммуникативные способности: возможность обработки произвольных запросов в диалоге на языке, максимально приближенном к естественному;

- направленность на решение слабоструктурированных, плохо формализуемых задач – реализация мягких моделей (зависимости между основными показателями являются не вполне определенными или даже неизвестными в пределах некоторого класса);

- способность работать с неопределенными, динамическими, эволюционирующими, нестационарными данными;

- способность к развитию системы и извлечению знаний из накопленного опыта конкретных ситуаций (знания о неизвестных характеристиках объекта управления, возмущений, внешней среды и условий работы формируются в процессе обучения и адаптации);

- способность к получению и использованию информации, которая явно не хранится, а выводится из имеющихся в базе данных: способность обобщать, улавливая сходство между имеющимися фактами, в наборе фактов распознавать существенные;

- способность к самооценке – обладают рефлексией, то есть средствами для оценки результатов собственной работы;

- способность из имеющихся фактов и знаний сделать выводы не только с использованием дедукции, но и с помощью аналогии, индукции;

- способность объяснять свои действия, неудачи пользователя, предупреждать пользователя о некоторых ситуациях, приводящих к нарушению целостности данных.

Выводы

Формирование данного определения актуально и важно как в теоретическом, так и практическом смысле. Обобщение существующих определений в области ИИС, являющееся развитием известных разработок, необходимо для формирования теоретического фундамента с целью совершенствования способов генерации новых интеллектуальных систем и технологий.

Значение результатов для практики управления заключается в том, что они дают научное обоснование для формирования стратегии управления такими интеллектуальными продуктами, как знания компании. В эпоху компаний, ориентированных на знания, впереди оказывается тот, кто сумел сконцентрировать в рамках своей организации неформализованный интеллектуальный опыт и понять, как передавать его от одного сотрудника другому. Капитализированная стоимость компании может в десятки раз превышать балансовую за счет высокой стоимости интеллектуального капитала в ее активах – рынок оценивает капитал, воплощенный в знаниях, выше, чем капитал в материальной форме. Знания как продукт для дальнейшей коммерциализации, например, овеществления в средствах труда, товарах, технологиях, имеют ценность, обусловленную размерами вероятных будущих прибылей от коммерциализации.

Литература

1. Абдикеев Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике. Под ред. Н.П. Тихомирова. М.: Экзамен, 2004. – 528 с.
2. Андрейчиков А.В. Интеллектуальные информационные системы. М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
3. Афонин В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы: курс лекций. М.: Интернет-университет ИТ, 2005. – 208 с.
4. Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика. М.: Радиотехника, 2009. – 392 с.
5. Виттих В.А. Парадигма ограниченной рациональности принятия решений. Самара: Препринт ИПУСС РАН, 2009. – 28 с.
6. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. М.: Высшая школа, 2003. – 431 с.
7. Лачинов В.М., Поляков А.О. Информодинамика или путь к миру открытых систем. СПб: Изд. СПбГТУ, 1999. – 432 с.
8. Пупков К.А. Интеллектуальные системы (исследование и создание). М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 347 с.
9. Романов В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике. Под ред. Н.П. Тихомирова. М.: Экзамен, 2003. – 496 с.
10. Усков А.А. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 143 с.