

И.Л. БУКАТОВА, д-р физ.-мат. наук, ИРЭ РАН (г. Москва)

ТЕОРИЯ ЦЕЛОСТНО-ЭВОЛЮЦИОННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СОЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Розглянуто основні моделі, методики та мета моделі теорії цілосно-еволюційної інтелектуалізації, які описують процеси формування та застосування знань в сукупності вложений систем: "макросистема+(людина+І-технологія)+І-технологія". На основі їх аналізу встановлені конкретні засоби системної інтеграції знань, процесів, функцій і технологій, які забезпечують ефективне рішення актуальних задач соціальних систем.

Basic models, methods and metamodels of the Integrity-Evolutionary Theory of Intellectualization which describe the processes of the forming and deployment of knowledge in the totality of Enclosed Systems: Macrosystem+(Human+Intellectual Technology)+Intellectual Technology were considered during the research. Concrete instrumentality of the system's integration of knowledge, processes, functions and technologies are established on the basis of the analysis providing the effective solutions of hottest social system's issues.

Постановка проблемы. В настоящее время проблема создания интеллектуальных технологий и оснащение ими различных социальных систем (интеллектуализация) с целью эффективного решения широкого спектра задач человеческой деятельности приобрела актуальнейшее значение. При этом речь идет о системах различного уровня и вида: социальных, экономических, технических, информационных, гибридных (социотехнических, социо-природных, социо-экономико-природных, информационно-технических). Формирование и развитие этих систем на современном этапе, как показано в ряде наших работ [1 – 6], определяются в основном процессами глобализации и интенсивной информатизации, которая на ряду с прочими включает процессы интеллектуализации. В конечном счете, именно это обуславливает необходимость создания интеллектуальных технологий, ориентированных на решение глобальных социально-экономических задач, в том числе, связанных с использованием всевозможных ресурсов, сырья и энергий. Среди актуальных и широко распространенных в социальных системах практических задач отметим следующие:

- создание, научное обоснование и оценка концепций, проектов и программ развития (модернизации, автоматизации и т.п.) технических, производственных и социально-экономических систем;
- эффективный мониторинг глобальных социально-экономических процессов;
- высокоэффективная поддержка принятия решений в различных областях деятельности;
- интеллектуальное взаимодействие человека с информационными системами на уровне знаний в различных сферах социальной активности;

– эффективное накопление и использование интеллектуального ресурса в виде открытых хранилищ данных и знаний, а также различных электронных обучающих средств (справочников, пособий, учебников).

В то же время применение достаточно большого спектра современных интеллектуальных технологий (экспертных систем, средств имитационного и аналитического моделирования, включающего OLAP-анализ и data mining, нейросетевых, генетических и эволюционных средств моделирования, прогноза и оптимизации, геоинформационных систем), ориентированных на решение задач человеческой деятельности, не удовлетворяет практиков, поскольку не приводит к ожидаемому повышению эффективности.

В связи с этим **целью статьи является** концептуальный анализ целостно-эволюционной интеллектуализации и выявление механизмов, обеспечивающих эффективное решение указанных выше задач в отличие от перечисленных традиционных методов интеллектуализации.

Концептуальные принципы, модели и метамодел теории. Основные компоненты теории целостно-эволюционной интеллектуализации достаточно подробно описаны в ряде наших работ [2, 4 – 6] с позиций интенсивно развивающейся в последние годы социальной информатики [7] – новой научной парадигмы в области социальных систем.

Исходную эмпирическую основу теории целостно-эволюционной интеллектуализации составляют процессы разработки и использования интеллектуальных технологий (И-технологий далее), ориентированных на эффективное решение задач социальных систем.

Здесь социальная система – это эволюционирующее (развивающееся) целостное образование, основными элементами которого являются люди, а также их устойчивые связи, взаимодействия и отношения. Отметим, что при этом человек как лицо, принимающее решение (ЛПР), является не только активным элементом любой социальной системы, источником и двигателем социо-природных процессов, но и он ориентирован, прежде всего, на устойчивый социальный прогресс, на результативное управление в той или иной сфере деятельности: политической, экономической, культурологической, экологической, технологической, научно-технической.

В этих условиях И-технологии являются интегрированными саморазвивающимися и самоорганизующимися программно-техническими комплексами, включающими набор методических, программных и инструментальных средств, развитые средства доступа к базам данных и знаний, а также комфортный интерфейс. Проблемную ориентацию, диапазон приложений, эффективность, а также адаптацию И-технологии к изменяющимся условиям определяют методы, методики, компьютерные и программные средства, интегрированные в технологическую реализацию на основе единых представлений и концептуальных принципов интеллектуализации.

В наших работах проводится анализ двух кардинально отличающихся концепций интеллектуализации:

- оснащение системы и технологии процедурами искусственного интеллекта – традиционная концепция искусственного интеллекта [8 – 10];
- создание методов и средств, на основе которых интеллектуальные функции элементов (процедур, модулей, подсистем) информационной технологии интегрируются в ее интеллектуальные возможности – концепция системной интеграции.

Наш анализ роли субъекта (ЛПР) как элемента социальной системы (макросистемы) в И-технологии [4, 5] показывает, что в рамках традиционного системного подхода макросистема и И-технология – это лишь две взаимодействующие системы. Именно от макросистемы поступают цели и условия на требуемые решения. В строгой постановке информационная технология – это элемент макросистемы, адекватно "вписанный" в структуру ее информационных потоков [4]. В этом качестве технология объединяет другие элементы макросистемы (объекты интеллектуализации) и вступает с ними во взаимодействие при решении задач. Специфическим каналом связи между ними в социальной системе выступает человек (ЛПР).

Отметим следующее отличие: в первом случае интеллектуализация достигается путем максимальной активизации (в рамках технологии) интеллектуальных возможностей ЛПР как элемента макросистемы. Во втором – эффективная интеллектуализация достигается при эффективном взаимодействии макросистемы (объектов интеллектуализации), ЛПР и технологии деятельности за счет следующих процессов:

- структурируемости деятельностного (социального или социо-природного) процесса на этапы обучения, анализа, оценки результата, процедуры предметной деятельности и синтеза процедур в процесс;
- выделения общего и индивидуального в деятельностном процессе, динамику и структурную эволюцию которого определяют динамика изменений проблемной ситуации (объективная составляющая) и субъективное представление человеком решаемой задачи (методология);
- разработки соответствующей технологичной операционной среды интеллектуальных действий;
- использования мониторинга операционной среды, обеспечивающего постоянное обновление как собственно социальных знаний, так и механизмов их формирования.

В то же время из нашего анализа многоуровневой системы информационных потоков макросистемы [4 – 6] следует, что эффективность процессов интеллектуализации определяется в значительной мере *согласованностью и взаимодействием* макросистемы, ЛПР и И-технологии (а не только интеллектуальным взаимодействием ЛПР и И-технологии, которые составляют систему, называемую далее метасистемой). Поэтому более эффективна интеллектуализация в аспекте системной интеграции,

которая предполагает выполнение следующих основных методологических принципов:

- принципа согласованного формирования знаний ЛПР и интеллектуальной технологии (принцип когнитивной согласованности);
- принципа аналогии технологической среды процесса деятельности и операционной среды интеллектуального действия ЛПР (принцип технологических аналогий);
- принципа интеграции интеллектуальных возможностей (индивидуально-личностной адаптации) ЛПР и информационной технологии в процессе решения задач социальной деятельности (принцип интеллектуальной интеграции);
- принципа постоянного отслеживания интеллектуальной технологией динамики состояний макросистемы (принцип когнитивно-продуктивного мониторинга).

При этом речь идет не столько о поэтапном решении проблемы надления информационной технологии функциями интеллекта, сколько о системной интеграции в целостную социальную систему всех её интеллектуальных ресурсов: интеллектуальных функций компонент, их свойств, процессов, деятельностных технологий, всех процессов добывания, формирования и использования знаний. Иначе говоря, – об эволюционном, развивающемся адекватно меняющимся условиям, формировании в целостную систему всех интеллектуальных возможностей, обеспечивающих эффективное взаимодействие естественного (ЛПР) и искусственного интеллектов [4 – 6].

В наших работах показано, что при таких требованиях интеллектуализация на основе традиционного подхода (даже с использованием некоторых принципов системной интеграции) ведет к проблемам концептуального и методологического характера.

Преодоление последних демонстрируется нами на основе целостно-эволюционного подхода [4]: целостно-эволюционном представлении макросистемы, метасистемы и И-технологии как совокупности вложенных систем и обеспечения в них целостности процесса приобретения знаний за счет комплексной реализации известных принципов системного подхода (эмерджентности, структурируемости, согласованности, иерархии и вложенности, интегрированности). Это и определяет, в конечном счете, особенности и эффективность целостно-эволюционной интеллектуализации в сравнении с традиционной интеллектуализацией, в том числе, включающей некоторую интеграцию.

Таким образом, *исходную теоретическую основу* теории целостно-эволюционной интеллектуализации составляет система базовых понятий, описывающих идеализированный объект теории – процесс приобретения (формирования и использования) знаний в совокупности вложенных систем: "И-технология+метасистема+макросистема" [2, 4 – 6]. Перечислим здесь основные из них: *вложенная система, когнитивный канал, когнитивный*

аттрактор, когнитивный процесс, внешние и внутренние потребности, когнитивные и продуктивные воздействия, процессы когнитивного и продуктивного взаимодействия, интеллектуальная интеграция (ЦЭ-интеграция), целостно-эволюционная интеллектуализация (ЦЭ-интеллектуализация), структур-стратегия, когнитивная и продуктивная технологии, метатехнология, ЦЭ-среда, ЦЭ-мониторинг.

Здесь, в частности, элементарная ячейка приобретения знаний – когнитивный канал (К-канал). Это система, состоящая из интегрированной базы знаний, технологических и технических средств, которые обеспечивают формирование нового знания и продуктивные действия в соответствии с проблемной ситуацией.

Установлена структура «вложенных» когнитивных каналов и сформированы модели процессов приобретения знаний – когнитивных процессов, в них происходящих. Показано, что формирование нового знания (в пределах любого К-канала) осуществляется на основе процессов ЦЭ-интеграции и ЦЭ-интеллектуализации. ЦЭ-интеграция настраивает технологические и технические средства на выполнение того или иного когнитивного процесса, используя когнитивное и продуктивное взаимодействие в когнитивном канале под воздействием когнитивного канала более высокого уровня. ЦЭ-интеллектуализация выполняет конкретный когнитивный процесс и передает результат-аттрактор в интегрированную базу знаний данного когнитивного канала.

Теория включает анализ когнитивных процессов по спектру выполняемых ими интеллектуальных функций (И-функций), по месту и роли этих функций в когнитивных каналах и процессах приобретения знаний. В дальнейшем на основе этих результатов уточняются функциональные модели когнитивных процессов, И-функций, компонент процесса приобретения знаний, проводится формализация задач синтеза и мониторинга эффективных технологий.

Теория целостно-эволюционной интеллектуализации включает также:

- методики и аппарат визуализации ЦЭ-интеграции интеллектуальных функций, в совокупности обеспечивающих целостность процесса приобретения знаний;
- базовые парадигмы, модель их интеграции и метамодель процесса ЦЭ-интеллектуализации, обеспечивающего формирование знания при применении интеллектуальной технологии;
- метамодель метатехнологии, интегрирующей методики реализации И-функций, методики синтеза эффективных структур-стратегий, базовые парадигмы актуализации когнитивной и продуктивной технологий.

Эффективность средств реализации. В конечном счете, в наших работах [4, 6] на основе перечисленных компонент теории разработана концептуальная среда (платформа) интеллектуализации социальных систем, имеющая следующие компоненты:

– теоретико-методологическую среду, включающую универсальную методологию анализа глобальных процессов (МСИП) в соответствии с принципами целостно-эволюционного представления, базовые понятия, модели когнитивных процессов, методики и метамодели, описывающие целостный процесс приобретения знаний;

– технологическую среду, включающую модели процессов системной интеграции, модели и методики когнитивной и продуктивной технологий и И-технологии как метатехнологии, полученной путем их интеграции.

Отметим, что при создании интеллектуальной технологии в виде когнитивно-продуктивной метатехнологии интегрируются следующие средства технологической среды [4, 6]:

– программные модули, реализующие социальные процедуры, социальные процессы, технологии, решающие задачи социальной деятельности;

– средства мониторинга текущей ситуации (идентификация текущей ситуации, идентификация режима актуализации, идентификация базовых парадигм);

– средства реализации парадигм когнитивного ресурса;

– средства реализации парадигм продуктивного ресурса;

– средства формирования базовых, когнитивной и продуктивной, технологий;

– средства синтеза структур-стратегий базовых технологий (формирование структур-стратегий, формирование предысторий знаний и действий, оценка структур-стратегий);

– средства оптимизации структур-стратегий базовых технологий в различных режимах актуализации;

– средства реализации интеллектуальных функций (обучение, адаптация, самоорганизация), интегрированные в базовые технологии.

Также представляет интерес анализ процессов и механизмов, за счет которых происходит эффективная интеллектуализация в социальных системах при целостно-эволюционном подходе.

Структура процессов приобретения знаний в совокупности вложенных систем, составляющих социальную систему, представлена нами в работе [4] и включает следующие процессы (в соответствии с базовыми понятиями целостно-эволюционной теории [2, 4]):

– **когнитивного взаимодействия** – взаимодействия технологических средств и базы знаний в каждой компоненте социальной системы на основе информации, несущей знание, по обратным воздействиям от компонент более низкого уровня;

– **продуктивного взаимодействия** – взаимодействия технологических средств и базы знаний в каждой компоненте социальной системы на основе информации о функциональных и структурных изменениях данной компоненты;

– *ЦЭ-интеграции* – формирования конкретной конфигурации технологических средств (организационной структуры) каждой компоненты социальной системы на основе процессов продуктивного и когнитивного взаимодействия;

– *ЦЭ-интеллектуализации* – формирования и передачи знаний (метазнаний) в интегрированную базу знаний каждой компоненты социальной системы по прямым воздействиям в данной компоненте.

Целостный процесс интеллектуализации социальной системы составляет следующий комплекс интегрируемых в процессе ЦЭ-интеграции интеллектуальных функций: интеллектуальная коррекция, самообучение, адаптация, самоорганизация, реализуемые в каждой компоненте социальной системы, а также взаимоадаптация, обучение и самоорганизация, реализуемые между её смежными компонентами. Их схемы интеграции и конкретная реализация обсуждаются нами детально в работах [4 – 6].

При этом ЛПР является активно действующим звеном целостно-эволюционной интеграции, являющейся основным механизмом эффективности целостно-эволюционной интеллектуализации в сравнении с традиционным подходом искусственного интеллекта. Действительно, широко практикуемая концепция системной интеграции сводится в основном к совместимости входных и выходных информационных потоков интегрируемых компонент. В то же время при целостно-эволюционной интеллектуализации осуществляется системная интеграция не только информационных потоков, но и теоретико-аналитических моделей, методик, процедур, механизмов обучения, адаптации, самоорганизации и других интеллектуальных функций и средств, в результате чего обеспечивается целостность процесса приобретения знаний в социальной системе и, в конечном счете, эффективность решения задач.

Наш анализ и применения данного подхода в различных социальных системах при решении конкретных практических задач [4 – 6, 11 – 13] позволяет отметить также следующие особенности целостно-эволюционной интеллектуализации, в которых отражается применение указанных механизмов эффективности:

– автоматизированная поддержка управления процессов И-технологии на основе ЦЭ-мониторинга;

– интеллектуальный интерфейс, основанный на ЦЭ-интеграции интеллектуальных функций;

– ЦЭ-среда, централизованная по знаниям и децентрализованная по технологиям принятия решений;

– состав и параметры моделей, формируемые на основе ЦЭ-методик и средств ЦЭ-среды;

– согласованная эволюция знаний, функций, процессов, средств за счет ЦЭ-мониторинга и средств ЦЭ-среды;

– когнитивно-продуктивные метатехнологии анализа, прогноза и принятия решений.

В результате при целостно-эволюционной интеллектуализации И-технология приобретает ряд отличий качественных свойств по сравнению с традиционной интеллектуальной технологией:

– она является интеллектуальным ядром (а не интеллектуализированным фрагментом) социальной системы;

– она не только решает информационно-расчетные задачи на основе формирования знаний в отдельных предметных областях, но и интегрирует когнитивные и продуктивные знания всех вложенных компонент объекта интеллектуализации, включая ЛПР;

– она интегрирует интеллектуальные возможности (комплекс функций) технологии, а не только автоматизирует её отдельные интеллектуальные функции;

– она характеризуется глобальной устойчивостью в достижении целей, которая обеспечивается устойчивым характером формирования и накопления знаний в рамках объекта интеллектуализации на основе целостно-эволюционной интеграции ЛПР и технологии социо-природного процесса.

Выводы. Рассмотрены основные компоненты теории целостно-эволюционной интеллектуализации и описаны модели, методики и метамоделли, которые фактически создают эффективную теоретико-методологическую среду для решения задач анализа, прогноза, принятия решений и управления при глубокой интеграции и согласованной эволюции сформированных в ту или иную системную совокупность социо-природных процессов единой системы "макросистема+(человек+И-технология)+И-технология".

На основе анализа средств реализации И-технологии выявлены процессы и механизмы, обеспечивающие более высокую эффективность решения указанных выше актуальных и широко распространенных в социальных системах практических задач [3 – 6, 11 – 13].

Показано, что при этом в социальной системе по целостно-эволюционным схемам реализуется системная интеграция знаний и процессов их формирования в полном объеме в условиях развития системообразующих факторов.

По нашему мнению, целостно-эволюционная интеллектуализация, наряду с возможной реализацией концептуально близкого поисково-оптимизационного подхода [14], является единственной возможностью проектирования эффективных в условиях развития социальных факторов (природных, технических, технологических, экономических и др.) современных высоко интегрированных интеллектуальных информационных технологий и систем.

Список литературы: 1. Букатова И.Л., Макрусев В.В. и др. Эвоинформатика и проблемы моделирования социоприродных систем // Социальная информатика-99 / Под ред. Б.А. Сулакова. – М.: РАЕН, МАИ, 1999. – С. 56–64. 2. Букатова И.Л. Когнитивно-эволюционная теория интеллектуальных технологий // Социальная информатика-2001 / Под ред. Б.А. Сулакова. – М.: РАЕН, МАИ, 2001. – С. 131–141. 3. Букатова И.Л., Рогожников Е.А. Целостно-эволюционная концепция информационной системы, ориентированной на тематическую обработку данных дистанционного зондирования Земли // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2002. – №4. – С. 31–43. 4. Букатова И.Л., Макрусев В.В. Теория целостно-эволюционной интеллектуализации социальных систем. – М.: МИГКУ, 2004. – 125 с. 5. Букатова И.Л., Макрусев В.В. Современные информационные технологии управления. – М.: РИО РТА, 2003. – 252 с. 6. Букатова И.Л., Роцупкин О.М. Интеллектуализация банковской деятельности: целостно-эволюционный подход. – М.: Альянс, 2005. – 242 с. 7. Колин К.К. На пути к информационной цивилизации // Проблемы информатизации. – 2001. – № 2. – С. 37–45. 8. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта. – М.: Мир, 1991. – 568 с. 9. Новое в искусственном интеллекте. Методологические и теоретические вопросы / Под ред. Д.И. Дубровского и В.А. Лекторского. – М.: Интел, 2005. – 280 с. 10. Ильин В.П. Высокие информационно-вычислительные технологии // Вестник РАН. – 1996. – Т. 66. – № 6. – С. 552–557. 11. Букатова И.Л., Роцупкин О.М. Проблема интеллектуализации банковской деятельности: концептуальный анализ // Вестник НТУ "Харьковский политехнический институт". – Сборник научных трудов. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2003. – № 26. – С. 129–135. 12. Букатова И.Л., Боев Б.В., Роцупкин О.М. Когнитивно-эволюционные модели в интеллектуальных стратегиях маркетинга, продаж и сервиса. // Тезисы докладов и выступлений на II Всероссийском социологическом конгрессе "Всероссийское общество и социология в XXI веке: социальные вызовы и альтернативы": в 3 т. – М.: Альфа-М, 2003. – Т. 1. – С. 534–536. 13. Букатова И.Л., Матвеев М.А. Целостно-эволюционный идентификатор нейронных сетей для обработки изображений // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обзорная информация. – 2004. – № 7. – С. 32–40. 14. Гринченко С.Н. Интеллект и "поисково-оптимизационная" картина мира // Открытое образование. – 2005. – № 2 (49). – С. 39–42.

Поступила в редакцию 20.04.2007