

*А.А. Косолапов,
доктор технических наук, профессор,
Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна,
г. Днепропетровск, Украина*

ЭПОХА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Введение. Создание интеллектуальных систем управления на транспорте и в других сферах промышленности является одной из наиболее актуальных и сложных проблем в области разработки и внедрения современных систем автоматизации. Сложность проблемы определяется в первую очередь фактором её размерности, территориальной и функциональной распределённостью отдельных подсистем, технологической и технической разнородностью автоматизируемых процессов и устройств, а также работой в реальном масштабе времени. В настоящее время известно достаточно большое количество книг, журналов, статей, докладов на конференциях и презентаций, в которых описываются два стратегических подхода к построению интеллектуальных транспортных систем (ИТС): американский и европейский [1; 4; 5; 6; 7; 8].

Решения задачи. Знакомство с многочисленными работами показывает различные определения основных понятий [1; 5], наличие разнообразных взаимосвязанных архитектур (функциональной, физической, организационной, архитектуры коммуникаций [7]). Дискутируется вопрос об отличии информационных систем, интеллектуальных систем, ИТС. В работе на основе сформулированной автором концепции смены парадигм компьютеризации/информатизации и определения базового понятия архитектура (на основе известных видов обеспечения компьютерных систем) предпринята попытка реструктурировать проблему создания ИТС и предложить комплексную методику их системного проектирования.

Основные результаты. АИС представляет собой множество взаимосвязанных структур, которые описываются следующим выражением:

$$АИС = Цель \cap (КТС \cup ПО \cup МО \cup ИО \cup ЛО \cup ОО \cup Метро), \quad (1)$$

\cup операция объединения множеств,
 \cap операция пересечения множеств,

где *Цель* – цель создания системы; *КТС* или *ТО* (техническое обеспечение) – комплекс технических средств ввода (*ВВ*), обработки (*Обр*), хранения (*Хр*), коммутации (*Ком*), передачи (*П*) и вывода (*Выв*) информации (информационная инфраструктура); *ПО* – программное обеспечение; *МО* – математическое обеспечение (совокупность математических моделей, методов, функций и алгоритмов); *ИО* – информационное обеспечение (константы, переменные, таблицы, файлы, базы данных, базы знаний); *ЛО* – лингвистическое обеспечение (совокупность языковых когнитивных средств общения с человеком (с пользователями системы); *ОО* – организационное обеспечение (пользователи системы, организационная структура и инструкции оперативному персоналу); *Метро* – метрологическое обеспечение (средства обеспечения заданных достоверных характеристик измеряемых характеристик). Из приведенного выражения (1) можно описать основные архитектуры ИТС [7]:

$$\text{физическая архитектура} \quad - \quad \Phi АИС = Цель \cap (Вв \cup Обр \cup Хр \cup Выв) \quad (2)$$

$$\text{архитектура коммуникаций} \quad - \quad КАИС = Цель \cap (Ком \cup П) \quad (3)$$

$$\text{функциональная архитектура} \quad - \quad ФАИС = Цель \cap (МО \cup ИО \cup ЛО) \quad (4)$$

$$\text{организационная архитектура} \quad - \quad ОАИС = Цель \cap ОО \quad (5)$$

Все виды обеспечений характеризуются набором взаимосвязанных статических и динамических структур, которые формируются в процессе проектирования и функционирования информационной системы и объединены общей концептуальной схемой для достижения целей создания. Следует отметить, что обеспечения ИС изменяются в зависимости от развития целей создания, технических требований к их характеристикам, что можно обобщить и представить в виде гносеологической концептуальной модели смены парадигм компьютеризации/информатизации общества.

Парадигму будем рассматривать как совокупность явных и неявных (и часто не осознаваемых) предпосылок, определяющих научные исследования и признанных на данном этапе развития

науки, а также универсальный метод принятия эволюционных решений. В данном случае это – гносеологическая модель развития процессов информатизации, которая представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Эволюция парадигм компьютеризации/информатизации

В настоящее время можно говорить о переходе от парадигмы информационных систем к парадигме интеллектуальных систем. Смена парадигм опирается на изменение приоритетов технических и антропологических требований к исследуемым системам.

С появлением первых компьютеров в индустриальном обществе началось становление первой парадигмы компьютеризации, связанной с созданием и внедрением ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ. Главным требованием пользователей к ЭВМ в это время было увеличение их БЫСТРОДЕЙСТВИЯ. Одна из первых ламповых машин «Урал-1» выполняла всего 3,5 тысячи операций в секунду. Второе требование касалось ИНТЕРФЕЙСА, т.е. организации взаимодействия человека с компьютером: он был «недружелюбным» через синий цифровой экран и нестандартизованную клавиатуру. И менее всего на этом этапе пользователей интересовало место размещения в памяти ЭВМ исходных данных и результатов вычислений, или ДОСТУП К ДАННЫМ. Во время первой парадигмы шла компьютеризация индустриального общества путём создания автоматизированных систем управления (АСУ): вначале это были АСУ предприятиями (АСУП) для управления электронным документооборотом, затем, с повышением надёжности компьютеров и появлением управляющих ЭВМ, внедрялись АСУ технологическими процессами (АСУТП). Эти два класса АСУ объединялись в интегрированные системы (ИАСУ) и гибкие автоматизированные производства (ГАП), которые дополнялись системами автоматизированного проектирования (САПР) [2].

На рисунке 2 приведена спиралевидная схема развития систем автоматизации сортировочных станций (этапы обозначены римскими цифрами). Переход к интеллектуальным сортировочным станциям показан пунктиром. Для проектирования систем на V уровне автор предлагает использовать разработанный им комплекс системного интегратора.



Рис. 2. Спираль развития систем автоматизации сортировочных станций

(обозначения: АСУСС – АСУ сортировочной станцией; АСУРСГ – АСУ расформированием составов на горке; АСУ ГП УЗ – АСУ грузовыми перевозками «Укрзализныци»; АЗСР – автоматическое задание скорости роспуска; КР – контроль расцепа; ГАЦ – горочная автоматическая центра-

лизация; APC – автоматическое регулирование скорости скатывания отцепов, ДП – диспетчерский пульт)

Рассмотрим приведенные парадигмы, как изменяется состав видов их обеспечения (см. рис. 3).

Для всех этапов развития компьютеризации/информатизации носителем новых технологий является комплекс технических средств (КТС). В процессе создания компьютерных систем (КС) основные усилия разработчиков направлялись на построение быстродействующих устройств обработки и хранения данных. Скоростные устройства и технологии передачи данных только зарождались. В это время создавалось математическое обеспечение для первых пакетов прикладных программ. Антропологические проблемы на данном этапе были связаны с «боязнью» работы в АСУ, в которых видели угрозы потери рабочих мест и превосходства над человеческим интеллектом.



Рис. 3. Ресурсное обеспечение парадигм информатизации объёма

Переломными научно-техническими решениями, которые определили смену парадигмы и приоритетов характеристик ИС и начало вхождения человечества в эпоху построения «постиндустриального общества», на мой взгляд, являются переход в 1991 году к **массовому производству персональных компьютеров (ПК)** и появление, в это же время (!), надстройки над Интернет – всемирной паутины **WWW**. Персональные компьютеры не только на предприятиях и в организациях, но и в домашних условиях, привели к появлению массовых запросов на решение проблемы обеспечения доступа к данным «здесь и сейчас»! И это стало возможным благодаря Веб, которая является территориально распределённой сетью информационных, программных и технических ресурсов. В это время вместо понятий автоматизированные системы управления, контроля, измерения, АСУП, АСУТП и т.п. начинают использовать обобщённое название – **ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА**, которая выполняет функции автоматизированной обработки информации для реализации любых необходимых функций. Третьей существенной особенностью данного этапа информатизации становится **соизмеримость скоростей обработки и передачи данных**, что позволяет пользователям, находясь в любой точке глобальной сети Интернет, работать со своими Веб-ресурсами «здесь и сейчас». Сеть превращается для сотен миллионов пользователей в гигантский виртуальный вычислитель с распределённой обработкой и передачей данных. На данном этапе возрастает роль информационного обеспечения КС, которые строятся на основе Систем Управления Базами Данных (СУБД). Однако, по-прежнему остаётся нерешённым вопрос создания «дружественного» ИНТЕРФЕЙСа. Вопросы же **БЫСТРОДЕЙСТВИЯ** ЭВМ и сетей для массовых

применений переходят на третий план (см. рис. 1).

Появление новой парадигмы наблюдается в наше время, когда пользователей не беспокоит быстродействие систем и доступ к данным «здесь и сейчас», но проявляется растущая потребность в качестве ожидаемых данных, чтобы они обладали релевантностью, достоверностью и помогали бы в процессе принятия решений при лавинообразном увеличении объёмов данных. В данном случае речь идет о реализации когнитивного интеллектуального интерфейса, идея которого была впервые предложена японцами в проекте стратегических вычислительных машин пятого поколения в 1982 году [9]. В наше время стали активно проводиться работы по созданию КС с элементами искусственного интеллекта, или интеллектуальных систем. В новой парадигме на первый план выходят вопросы создания «дружественного» интеллектуального интерфейса за счёт 1) речевого ввода-вывода, 2) ввода-вывода изображений 3) моделей и методов решения неформализованных задач, объём которых достигает 80 % всех известных в науке и технике задач. То есть, современные системы работают не с данными, а со знаниями. Их ИО представляется в виде Систем Управления Базами Знаний (СУБЗ). Необходимость применения новых «мягких» моделей связана не только с необходимостью решения не формализуемых задач, но и с жесткими временными ограничениями для работы в реальном масштабе времени.

Таким образом, **интеллектуальная транспортная система** (англ. *Intelligent transportation system*) – это интеллектуальная система с территориально распределённым интеллектом взаимодействующих между собой с помощью информационно-коммуникационных технологий подсистем для решения гибридных (формализованных и неформализованных) задач с целью повышения эффективности, информативности и безопасности управления в реальном масштабе времени транспортными процессами и системами.

Для проектирования таких систем необходимо использовать комплексные интеллектуальные методики, позволяющие производить мультиструктурную оптимизацию (технических, информационных, программных, организационных структур и структуры коммуникаций на объекте) и выбор рационального варианта построения системы на основе набора технико-экономических требований и ограничений. В качестве такой методики можно рекомендовать Комплекс Системного Интегратора (КСИ) [3]

Выводы. ИТС являются сложными системами с гибридным интеллектом и мульти структурной архитектурой, для проектирования которых необходимо использовать интеллектуальные комплексы системной интеграции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н. И. Интеллектуальные транспортные системы: состояние и перспективы / Н. И. Коваленко // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2014. – № 4. Т. 5. – С. 183–203.
2. Косолапов А. А. Ключевая роль транспорта в современном мире : [монография] / [Косолапов А. А., Блохин А. Л., Борjak К. Ф. и др.]. – Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2013. – 163 с.
3. Косолапов А. А. Научно-методичний комплекс системного інтегратора КСИ [текст] / А. А. Косолапов // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте и образовании'2014 : материалы Международной научно-практической интернет-конференции (17–28 июня 2014 г.) : [сборник научных трудов SWorld] : Технические науки. Информатика, вычислительная техника и автоматизация. – Иваново : МАРКОВА А.Д. – 2014. – № 2. Т. 7. – С. 69–76.
4. Кочерга В. Г. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении : учебное пособие. – Ростов н/Д : Рост. гос. строит. ун-т, 2001. – 108 с.
5. Скалозуб В. В. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) [текст] : пособие / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковичкий, К. В. Гончаров. – Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. В. Лазаряна, 2013. – 207 с.
6. DIRECTIVE 2010/40/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport // Official Journal of the European Union. – 2010. – P. 1–13
7. Intelligent Transportation Systems, ITS Handbook [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://road-network-operations.piarc.org/index.php?option=com_content &task=view&id=38&Itemid=71&lang=en – Название с экрана. – 2015.
8. Flammini F. Railway safety, reliability, and security: technologies and systems engineering. – 701 E. Chocolate Avenue Hershey PA 17033 : IGI Global, 2012. – 487 p.
9. Moto-Oka T. The Fifth Generation Computer: The Japanese Challenge. – New York, 1985. – 122 p.