

К вопросу о классификации автоматизированных систем



Иван ДОЛГОВ

Ivan S. DOLGOV

On Classification of Automated Systems

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 151).

Статья посвящена проблемам создания единой классификации автоматизированных систем. Обоснована актуальность задачи, с позиций диалектического объяснения свойств объектов проанализированы, выявлены и определены признаки их принадлежности к классам, категориям, положение систем в категориальных рядах, иерархия типов. Предлагается авторский вариант универсальной классификации.

Ключевые слова: железная дорога, инфраструктура, управление, принятие решений, автоматизированные системы, классификация, диалектический метод.

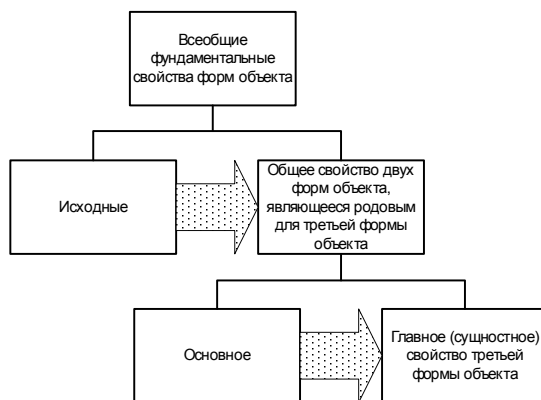
Долгов Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Вычислительные системы и сети» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия.

При обсуждении любых автоматизированных систем авторы прямо или косвенно говорят о классификации, тех характерных признаках системы, которые позволяют отнести её к определённому классу. Поэтому когда перед коллегами и мною как разработчиками встала задача создать концепцию автоматизированной системы контроля и оптимизации решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте, то тут же возник и очевидный вопрос о месте такой системы среди других автоматизированных систем.

ОБЩИЕ ПОДХОДЫ

Обычно системы можно классифицировать в зависимости от выполняемой задачи, при этом автоматизированная система (АС) может характеризоваться одним или несколькими признаками. Вместе с тем при использовании общеизвестных подходов признаки системы выступают как отдельные понятия. Например, существуют следующие варианты классификаций АС:

- общая (укрупненная) классификация;
- по назначению;
- по направлению и видам деятельности;



**Рис. 1. Матрица
логико-
диалектической
модели.**

- по масштабу;
- по сфере применения;
- по отраслям и типам производства;
- по выполняемым функциям;
- по применяемым методам;
- по способу организации архитектуры;
- по режиму использования;
- по степени структуризации задач;
- по характеру представления информации;
- по логической организации информации;
- по условиям функционирования с точки зрения защиты информации.

Некоторые классификации абсолютно синонимичны, другие — пересекаются и включают одни и те же системы:

- укрупненная классификация ↔ классификация по организации информационных процессов;
- классификация по направлению деятельности ↔ классификация по назначению.

В целом считается, что для классификации АС используются признаки, важные для характеристики объекта проектирования в реальной ситуации [1]. Можно сделать вывод, что перечисленные классификации служат для определения в проекте ключевых особенностей описываемой системы или класса систем и не предполагают систематизацию АС, поэтому задача получить в научных и образовательных целях универсальную классификацию остается актуальной.

В рамках создания такой классификации автором предпринята попытка поиска характерных признаков и объединяющих понятий, систематизации наименований классовых единиц с широким лексическим

значением, расположения их в эволюционных и иерархических рядах.

ДИАЛЕКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

На определенном этапе осмысления исследовательской задачи возникает необходимость диалектического объяснения объекта (диалектической координации и субординации), выяснения свойств объекта с учетом его развития. В результате строятся категориальные (эволюционные) ряды, которые отражают динамику развития объекта, последовательности событий и служат теоретическому пониманию изучаемых форм и состояний. Более сложное соотнесение форм объектов заключается в построении логико-диалектических моделей [2]. Матрица такой модели имеет вид, представленный на рис. 1.

Именно эта модель использована при составлении классификации технических систем, схема которой показана на рис. 2. Далее в тексте рассматриваются автоматизированные системы, объясняется порядок расположения элементов в эволюционных рядах на основе свойств объектов.

О СИСТЕМАХ

У понятия «система» долгая история, берущая начало со времен античности. С тех пор в зависимости от контекста слово употребляется в разных значениях и имеет десятки определений. АС как технические системы являются совокупностью материальных объектов искусственного происхождения и могут быть определены комбинацией взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей [3]. Для нас важно, что АС обладают



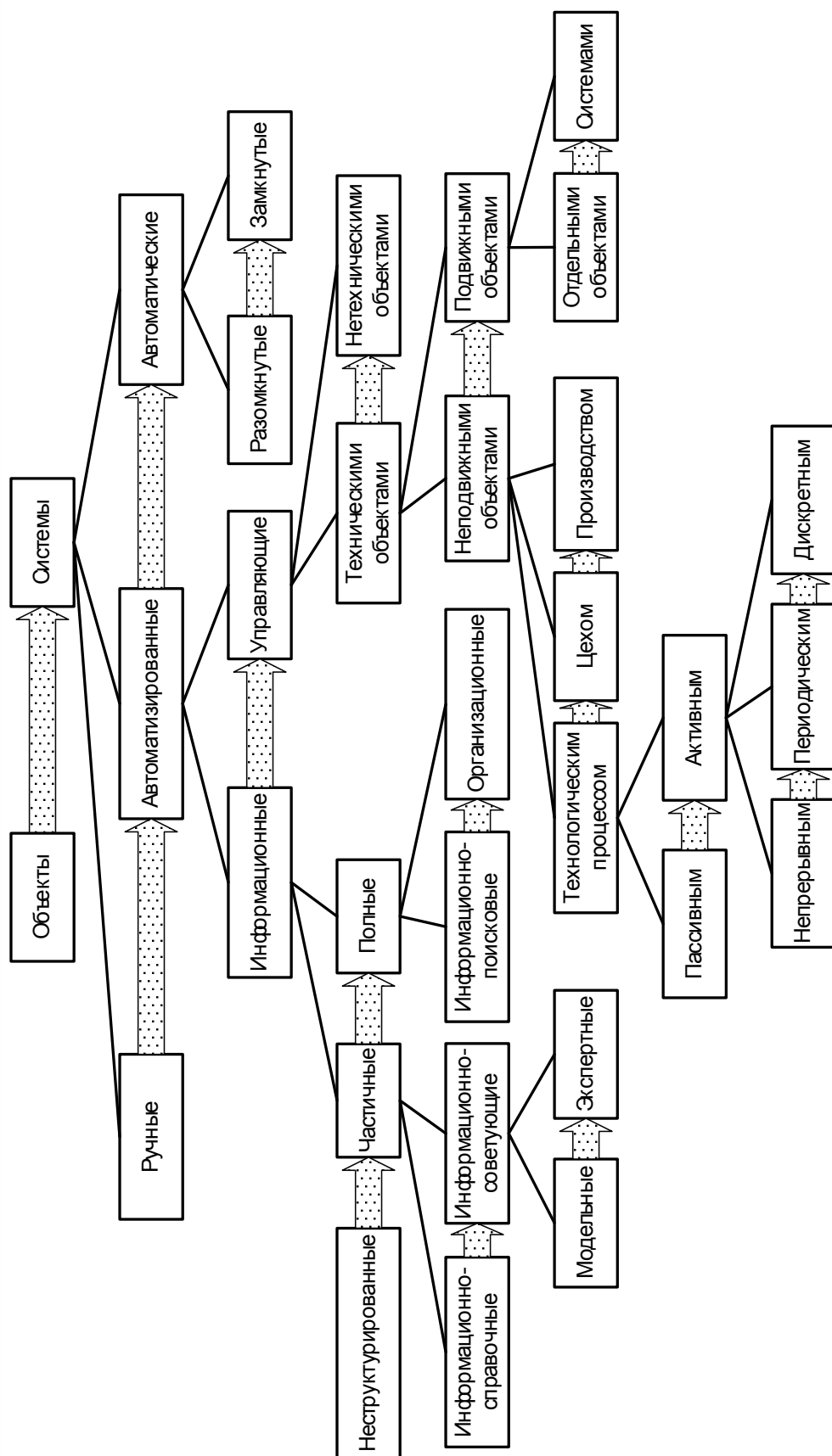


Рис. 2. Классификация технических автоматизированных систем.

ключевыми признаками систем, они целостны: свойства их нетождественны сумме свойств элементов, взаимосвязи элементов сильнее связей элементов со средой; они структурны: могут быть описаны структурой, которая диктует поведение системы; они иерархичны: каждый элемент системы сам выступает системой. Эти свойства лежат в основе предлагаемой классификации.

О СТЕПЕНИ УЧАСТИЯ ЧЕЛОВЕКА

В первом приближении классификация производится по степени участия человека в генерации управляющих воздействий: от полного участия через частичное участие к отсутствию участия. В соответствии с этим от примитивного к совершенному строится эволюционный ряд:

ручные системы → автоматизированные системы → автоматические системы.

Под ручными системами понимаются такие, в которых процессы обработки информации осуществляются человеком без применения каких-либо дополнительных (технических) средств.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

Системы, являющиеся объектом данного исследования, в соответствии с укрупненной (глобальной, общей) классификацией и синонимичной классификацией АС по организации информационных процессов разделим на:

информационные → управляющие.

Информационные, они же обеспечивающие, производят сбор и выдачу оператору информации для эффективного принятия решений. Их особенностью становится работа в разомкнутой схеме управления: оператор взаимодействует с системой без учета её текущего состояния. Управляющие системы (или функциональные) представляют собой обеспечивающую систему (т.е. в основе средства и методы), а также объект (цель) управления, для которого вырабатываются управляющие воздействия. По большому счету, информационные системы тоже имеют объект управления — данные, однако разница заключается в свойствах объекта. Данные — неосязаемы, нематериальны, в то время как при управлении надо взаимодействовать с реальными материальными объектами.

УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Для классификации управляющих АС проанализируем характер объекта управления: это либо машины, аппараты, устройства, т.е. техника, либо объекты социальной, экономической природы, иногда с недетерминированными качественными и количественными признаками:

АСУ техническими объектами → нетехническими объектами.

Примером управления нетехническими объектами является класс автоматизированных систем организационного управления (АСОУ), предназначенных для автоматизации функций управленческого персонала — управления коллективами людей в экономических и социальных системах.

В качестве основного отличительного признака технических объектов будем считать динамизм, образ взаимодействия со средой. Можно сказать, что динамичный объект — качественное развитие статичного, поэтому расположим системы по признаку подвижности:

АСУ неподвижными объектами → подвижными объектами.

К первым относятся:

- системы управления технологическим процессом (АСУТП);
- системы управления производством, цехом (АСУП);
- гибкие производственные системы (например, транспортно-складская).

Очевидно, цех — составляющая производства представляет собой совокупность оборудования, работающего в рамках установленного технологического процесса. АСУ предприятием отличается целями и структурой в зависимости от обслуживаемой отрасли; в данном случае система управляет производственным процессом в целом, т.е. совокупностью основных и вспомогательных — технологических, информационных, транспортных процессов, поэтому логично называть её АСУ производством. Получаем эволюционный ряд:

АСУ технологическим процессом → цехом → производством.

По направлению процесса и источнику энергии технологические процессы можно отнести к пассивным или активным. Пассивные не требуют дополнительных энергетических затрат для воздействия на предмет труда, активные сопровождаются непосред-



ственным воздействием применяемых средств на предмет труда:

пассивные → активные.

По способу организации активного технологического процесса следует различать процессы:

- единичные;
- периодические;
- дискретные;
- непрерывные.

При непрерывном процессе технологические операции производятся до тех пор, пока поступают сырье, энергия, управляющие воздействия. Идущую работу невозможно прервать и продолжить с той же операции. При периодическом процессе за определенный период времени создается ограниченное количество продукта, деятельность имеет измеряемый результат, но не может быть приостановлена. Дискретные процессы имеют четко выраженные начало и конец и регламентированные перерывы, работа может быть остановлена и возобновлена на этапе любой технологической операции без снижения заданного уровня качества.

Получается, что периодический процесс обладает признаками дискретного и непрерывного: несколько периодических могут составлять дискретный процесс, но каждый из них будет непрерывным или совокупностью непрерывных. Единичные процессы можно рассматривать как частный случай дискретных. В качестве сырья и готового продукта выступают как природные ресурсы, так и материальные объекты или поток данных. В итоге имеем следующий эволюционный ряд:

непрерывные процессы → периодические → дискретные.

Среди примеров: системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ), системы оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ), системы оперативного управления производственными процессами (MES-системы — от «manufacturing execution system»), объединяющие производственные системы и технологические линии.

АСУ подвижными объектами разделим на:

АСУ отдельными объектами → системами.

Отдельные объекты — транспортные средства, поезда, морские и воздушные

суда, космические аппараты, военная техника. Системы — это совокупность отдельных объектов — энергосистемы, системы управления воздушным, железнодорожным транспортом, войсками, оружием, боевыми действиями. Например, системы управления воздушным движением, корабельные автоматизированные системы, системы управления огнем.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Во время классификации информационных АС поиск объединяющих понятий был особенно сложен в связи с интенсивным развитием данного класса систем. Обычно ряд постоянно возникающих в процессе инженерной и экономической деятельности задач поддается формализации; такие задачи называются структурированными (формализованными). Менее формализованные — слабоструктурированные, когда известна лишь часть элементов и взаимосвязей, относятся к разряду аналитических, нечетких, интеллектуальных и составляют большинство. Остается некоторое количество неструктурированных (неформализованных) задач. Отсюда был сделан вывод о целесообразности оценки АС по степени структуризации информации: работающие с неструктурированными данными, слабоструктурированными и структурированными:

неструктурированные → частичные → полные.

В класс полных включаем:

информационно-поисковые → организационные.

Единственной целью информационно-поисковых АС является поиск информации среди больших объемов данных. В их основе — программные средства для организации ввода и хранения информации (поисковый массив), обработки запросов или поддержки полноценного диалога с пользователем. Типичным примером здесь служат библиотечные АИС (электронные каталоги библиотек — АБС, АИБС, АБИС).

Организационные АС — это некоторые отраслевые АСУП, общеуправленческие системы, которые организуют экономическую, хозяйственную или изыскательскую деятельность. Качественное отличие объекта управления — информации — не позволяет объединять их с АСУ нетехническими

объектами (допустим, персоналом) или АСУ техническими объектами (в том числе производством). Организационные автоматизированные системы обеспечивают административные потребности предприятия в сфере документооборота; они качественно превосходят информационно-поисковые, поскольку вкупе с решением задач поиска дают требуемый уровень обработки данных. К ним относятся АС научных исследований (АСНИ, АСНТИ), в некоторой мере — ERP-системы (от «enterprise resource planning»), MIS- и EIS-системы (от «management information system» и «executive information system»), автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП).

В класс частичных АС входят:

информационно-справочные → информационно-советующие.

Информационно-справочные — менее развитые, пассивные. Они дают доступ к слабоструктурированной информации в базе данных, проводят её частичную обработку, могут находить связи между элементами и преимущественно занимаются созданием управленческих отчетов, обеспечением информационной поддержки. Информация предьявляется пользователю по запросу.

Информационно-советующие — это активные АС. На основе слабоструктурированных данных они помогают готовить альтернативы решений и сами периодически выдают пользователю (лицу, принимающему решения) предназначенную для него информацию, т.е. советы. Имея качественное превосходство в виде возможностей генерации и ранжирования альтернатив решений, информационно-советующие АС находятся правее в эволюционном ряду. Пример — системы поддержки принятия решений, DSS-системы (от «decision support system»), в некоторой степени — MIS- и EIS-системы.

В зависимости от методов и алгоритмов обработки данных информационно-советующие системы делятся на модельные и экспертные.

Модельные АС, среди которых стоит выделить первое поколение СППР, представляют пользователю альтернативы решений, подготовленные с использованием базы моделей — статистических, финансо-

вых, математических и других. В числе основных средств диалога с такой системой — вопросы типа «Что если». Среди подобных систем выделяются экологические и метеорологические.

Экспертные АС призваны полностью заменить человека при решении проблем [4], реализуют признаки и средства искусственного интеллекта. Работая в узкой предметной области, они способны накапливать и корректировать базы знаний с набором правил решения круга задач, определенного экспертами. К ним относятся СППР второго и третьего поколений, медицинские, геологические системы. Причем такого рода экспертные АС представляются более совершенными в сравнении с модельными:

модельные → экспертные.

Дальнейшая классификация информационных АС возможна по режиму использования: пакетной обработки информации, запрос-ответ или диалог с пользователем (человеко-машинные процедуры). Уже давно заметна тенденция к возрастанию роли графического представления информации в общении с пользователем, оборудованию АС графическим пользовательским интерфейсом [4]. Однако среди разработчиков нет однозначного согласия по поводу необходимости применения достижений когнитивной психологии при создании подобного интерфейса, его проектирование часто оставляют «на потом» [6]. Пользователь должен быть доволен всеми сторонами продукта — от упаковки и архитектуры до интерфейса [5], а возникающие в результате пренебрежения интерфейсным аспектом коммуникативные проблемы человеко-машинного взаимодействия затрудняют работу с системой.

В качестве задела для дальнейшего развития классификации покажем возможное первичное разделение автоматических систем:

разомкнутые → замкнутые.

Очевидно, замкнутые системы обладают преимуществом перед разомкнутыми и оно заключается в наличии обратной связи, т.е. управляющее воздействие может быть скорректировано на основании данных о текущем состоянии объекта.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

В статье представлены результаты систематизации АС, выявлены ключевые (харак-



терные) признаки и свойства, определены классы с общими свойствами. Выдвигаемые тезисы сопровождаются аргументацией. Предполагаемая при этом универсальная классификация помогает яснее представлять цели системы, объект управления, способствует теоретическому осмыслению задач и функций АС применительно к сфере назначения.

Так, автоматизированная система контроля и оптимизации решений по предотвращению чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте, над концепцией и методологией создания которой, как было изначально объявлено, ведется работа, может классифицироваться в качестве информационной системы. По степени структуризации обрабатываемых данных она частичная, информационно-советующая (ранжирует и выдает альтернативы), в равной мере обладающая признаками модельных и экспертных систем (имеет в составе базы моделей и базы знаний, может заменять лицо, принимающее решения, но остается контролируемой оператором).

Продemonстрируем другие примеры использования предлагаемой классификации:

- АСУ «Экспресс», будучи автоматизированной системой управления комплексом билетно-кассовых операций по оформлению и продаже железнодорожных перевозочных документов, содержит все признаки информационной полной организационной системы;

- ЕК АСУИ как единая платформа управления процессами текущего содержания инфраструктуры ОАО «РЖД» обладает характеристиками информационной полной организационной системы, управляющей нетехническими объектами (рабочими группами по ремонту, модернизации, содержанию железнодорожной структуры), техническими неподвижными объектами (хозяйством пути и сооружений, дистанциями электрификации и электроснабжения, подразделениями автоматики и телемеханики) [7];

- АС УРРАН (управление ресурсами, рисками на этапах жизненного цикла и анализ надежности) является информационной

частичной, информационно-советующей модельной системой с возможностью учета экспертной оценки частоты возникновения опасного события на железнодорожном транспорте;

- АСУ ЕСПП сочетает признаки информационной полной организационной системы и управляющей нетехническими объектами системы, поскольку содержит данные об объектах ИТ-инфраструктуры, управляет рабочими группами и распределяемыми между ними задачами.

Как видно из примеров, коммерческие автоматизированные системы обладают характеристиками различных классов систем, и это не противоречит предлагаемой классификации. Напротив, классификация позволяет лучше понять цели, задачи и средства работы таких систем.

Диалектическое мышление предполагает познание любой стороны или детали объекта на основе объяснения всех его известных форм и состояний. Такое требование бывает обычно труднореализуемым идеалом, выполнить стоящие за ним задачи удастся только с участием самого широкого круга исследователей. Поэтому есть смысл продолжить доработку универсальной классификации автоматизированных систем, но уже привлекая к процессу представителей смежных отраслей знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудинский И. Д. Технологии проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. — М.: Горячая линия — Телеком, 2011. — 304 с.
2. Войтов А. Г. Самоучитель мышления. — 2-е изд. — М.: ИВЦ «Маркетинг», 2001. — 408 с.
3. ГОСТ Р ИСО МЭК 15288—2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
4. Ларичев О. И., Петровский А. Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. Т. 21. — М.: ВИНТИ, 1987. — С. 139—160.
5. Grainer M., Noble C., Bitner M., Broetzmann S. What Unhappy Customers Want // MIT Sloan, Spring 2014. Доступ 29.05.2015.
6. HumanoIT Group История юзабилити и HCI, 2011. [Электронный ресурс]: <http://humanoit.ru/blog/2011/199>. Доступ 29.05.2015.
7. ИА РЖД-Партнер.ру Инфраструктура под электронным колпаком, 2012. [Электронный ресурс]: <http://www.rzd-partner.ru/interviews/comments/382723/>. Доступ 29.05.2015.

Координаты автора: **Долгов И. С.** — idlhero@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 29.05.2015, принята к публикации 24.09.2015.