

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ В ПАРАДИГМЕ INTELLIGENT ENTERPRISE MANAGEMENT

*Олефиренко Александр Иванович*  
*Ultimate*  
*Humanless Enterprise*

## INTELLECTUALIZATION OF ENTERPRISE AUTOMATION SYSTEMS IN THE INTELLIGENT ENTERPRISE MANAGEMENT PARADIGM

*A. Olefirenko*

### Annotation

At the moment, a typical approach to enterprise automation is the implementation of one of the existing ERP systems. However, the realities of modern dynamic and competitive markets reveal the problems of the classical approach and require the formulation of a new paradigm of enterprise management that allows to correspond to the external situation in the market. The production system refers to complex technical systems that are constantly improved and subject to the general patterns of system development. A number of studies have been devoted to the study of such systems, but there is no single definition of a complex system in them. The paper shows that the opportunities to develop structural features of enterprise automation should be reduced to the formation of a unique automation system for the enterprise and to provide opportunities for structuring modular structures, as well as accounting for the industry specificity of the enterprise. The approach to managing the enterprise that has developed over the past several decades through the automation of individual software products has shown good results, since the background for comparison was only enterprises that did not use any automation at all. Individual exceptions were discarded.

**Keywords:** automation of production, paradigm of intellectual management, enterprise development, unique features, structural features, provision of opportunities.

### Аннотация

На текущий момент типовым подходом к автоматизации предприятия является внедрение одной из существующих ERP систем. Однако, реалии современных динамичных и конкурентных рынков выявляют проблемы классического подхода и требуют формулировки новой парадигмы управления предприятия, которая позволяет соответствовать внешней ситуации на рынке. Производственная система относится к сложным техническим системам, которые постоянно совершенствуются и подчиняются общим закономерностям развития систем. Исследованию таких систем посвящено ряд работ, но в них нет единого определения сложной системы. В работе показано, что возможности по развитию структурных особенностей автоматизации предприятия должно сводиться к формированию уникальной для предприятия системы автоматизации и обеспечении возможностей по структурированию модульных конструкций, а также учету отраслевой специфики предприятия. Сложившийся за последние несколько десятков лет подход к управлению предприятием через автоматизацию отдельными программными продуктами показывал хорошие результаты поскольку фоном для сравнения были исключительно предприятия, не использовавшие вообще никакой автоматизации. Отдельные исключения отбрасывались из рассмотрения.

### Ключевые слова:

Автоматизация производства, парадигма интеллектуального управления, развитие предприятия, уникальные особенности, структурные особенности, обеспечение возможностей.

**Н**а текущий момент современный подход к автоматизации и управлению предприятий обусловлен исключительно решением частных проблем без построения общей теории. Рассматривая детали и последствия такого подхода нужно упомянуть следующие подходы и связанные с ними проблемы:

1. Использование "лучшей" для данного подразделения или бизнес-юнита системы.
2. Слепой перенос лучших практик.

Так, следование логике использования "лучшей системы" неизбежно приводило к так называемой "лоскутной" автоматизации, при которой единое информационное пространство предприятия разрывалось на отдельные

фрагменты, которые обслуживались соответствующей независимой системой. Для реализации их совместной работы требуется точно настроенные механизмы синхронизации между различными системы. Из этого, в частности, следует, что ни в какой момент времени нет единого согласованного набора данных, который бы верно описывал состояние предприятия. Практические примеры содержат значительные трудноустраняемые расхождения значений показателей в различных системах [2].

С другой стороны, стремление производителя системы отхватить свою часть информационного поля (часто уже сильно разграниченного другими "лучшими системами") и максимизировать свою прибыль толкает его на

поддержку максимально возможного числа протоколов коммуникации, операционных систем и систем хранения данных, что имеет свою ценность только при лоскутной стандартизации. Более того, практика показывает, что кроме роста стоимости продукта поддержка разнообразных технологий регулярно приводит к излишнему усложнению продукта со снижением скорости его развития и, что возможно главное, к снижению производительности продукта. Таким образом образуется самораскручивающаяся спираль на каждом витке которой увеличивается стоимость поддержки всей системы, снижается ее производительность, а данные гранулируются в отдельные модули системы, разрывая единое информационное пространство предприятия.

Современное предприятие должно быть одновременно гибким (быстро изменять внутренние процессы, реагировать на внешние изменения) и высокоэффективным. А значит потребление информации в предприятии должно переходить на все более автоматизированные сценарии. Что, в свою очередь требует стандартизации процессов предприятия. Однако, в классическом подходе к автоматизации стандартизация процессов в системе управления неизбежно приводит к потере гибкости предприятия.

*Будем пользоваться определениями, приведенными в работе [6], в которой сложность системы определяется следующими признаками:*

- ◆ многомерностью;
- ◆ многосвязностью;
- ◆ многокритериальностью (различными локальными критериями оптимальности для подсистем и глобальными критериями для уровней иерархии, их противоречивостью и т.д.).

Определение сложности системы, как и определение самой системы, связано с подходом к изучению данного объекта. Деление на сложную и простую системы связано со способом моделирования, с идеализацией реальных объектов. Причем, сложная система имеет варианты реализаций, т.е. множество решений. Наличие множества решений или реализаций – это первый и основной признак сложной системы, отличающий ее от простой.

Таким образом, объект является сложной системой, если он рассматривается как система, состоящая из частей, которые математически описываются уравнениями, неравенствами, включениями, имеют множество вариантов решений, а сама объект – множество вариантов реализаций.

Оптимальные системы, когда они имеют единственное решение, относятся к простым системам. Если введены не только один – единственный критерий качества (целевой функционал), но и несколько таких критериев и требуется каждый из них оптимизировать, то такая задача часто не имеет решения. При этом предполагается, что каждая оптимизационная задача по одному частному критерию имеет единственное решение.

Одновременную оптимизацию объекта по многим критериям можно осуществлять, если только решение каждой частной оптимизационной задачи по одному критерию не является единственным, т.е. остаются варианты выбора.

*Такие системы являются сложными [5].*

Производственная система относится также и к многорежимным системам. При этом каждый отдельный режим работы предназначен для своих условий эксплуатации, т.е. многорежимные системы по своему назначению предполагают возможность многих вариантов реализации. Если многоцелевые объекты могут быть как простыми, так и сложными, то многорежимные с самого начала предполагают несколько вариантов их функционирования. Поэтому такие системы всегда относят к сложным.

Известно, что производственные процессы могут осуществляться разными вариантами последовательности операций (в зависимости от выбранного технологического процесса) или на разных режимах, следовательно, они являются сложными многовариантными системами.

Многие системы могут и решают поставленную перед ними задачу и достигают цели только некоторой своей частью. Другая часть при этом или не используется, или используется для решения других задач, для достижения других целей. Если система решает задачу и достигает поставленную цель только своей частью, то такие системы имеют множество вариантов реализации, поэтому они также являются сложными.

Таким образом, основным признаком сложной системы является множественность ее реализаций или проявлений при наблюдении.

Исходя из вышесказанного, производственную систему можно отнести к сложным системам. Это многовариантная, многорежимная, многокритериальная система, которая может решать поставленные задачи только своей частью.

Для описания таких систем и решения задач моделирования нет необходимости развития специального математического аппарата, а достаточно существующих математических инструментов, таких как уравнения, неравенства, включения и т.п., которые, если непротиворечивы, обычно допускают множество решений, соответствующих различным вариантам реализации или режимам функционирования [1].

Введение и учет многовариантности, многорежимности и многокритериальности позволяет выделять и учитывать важные свойства сложных систем. Например, производственная система может выпускать данное или другое изделие, т.е. выпускать различные варианты продукции (обладать гибкостью). Но это еще недостаточно для их полного адекватного математического моделирования. Для таких систем характерно их функционирование и не функционирование, структурообразование их подсистем (элементов) и разрушение этих структур. Эти свойства должны быть заложены при исследовании таких

сложных систем, как производственная система [7].

При моделировании производственной системы необходимо различать саму систему и процессы, которые происходят в этой системе. Для реального протекания процесса недостаточно иметь только систему, которая дает потенциальные условия его осуществления. В такой системе необходимо еще наличие и непрерывное поступление элементов процесса, причем в определенной пропорции, т.е. структуре, а также внутреннего механизма, движущего этот процесс.

Систему, в которой протекает процесс, будем называть функционирующей. Пусть  $S$  – система,  $\rho$  – процессы. Тогда пара  $(S, \rho)$  образует функционирующую систему. Система понимается как некоторая структура, представляющая относительно долговременное, т.е. медленно меняющееся по сравнению с процессом, протекающее в ней образование.

Для производственной системы разделение на систему и процессы является принципиальным, оно классифицирует явления и упорядочивает их описание.

Так, при моделировании производственной системы совокупность ОПФ и средств производства принимают за систему, а ОБПФ относят к элементам процесса и тематически описывают различным образом.

Новая парадигма IEM – обще-кибернетическая (кибернетика – НАУКА об управлении) концепция, предлагающая строгий подход к организации предприятия в целом, включая внутренние бизнес-процессы и отношения с контрагентами.

Вполне мыслимо предприятие, бизнес которого построен по методологии IEM, но без IEM-системы, и даже без компьютеров вообще. Ford, Toyota и Walmart в свои лучшие времена весьма приближались к кибернетической идеальной модели IEM – именно в тех областях, где эти компании были наиболее успешны.

Японский менеджмент, Just in time, управление через balanced scorecard, теория ограничений Голдратта, самообслуживание пользователей – все они имеют отражение в кибернетике IEM [4].

Точнее, все перечисленные теории в менеджменте – суть локальные разрозненные догадки и наблюдения, проекции полной стройной математической модели управления предприятием конкурентного рынка, периодически прорывавшиеся в умах отдельных выдающихся практиков.

IEM-система – трансляция общекибернетической парадигмы IEM в алгоритмы, которые могут исполняться современными компьютерами.

Собственно, сама возможность построения универсальной управляющей системы целого предприятия появилась не более 10 лет назад. Требования к новой парадигме автоматизации бизнеса естественным образом следуют из сказанного в аннотации: единство информационного поля предприятия; гарантированная согласованность, достоверность и постоянная доступность данных; интеллектуальность, необходимая и достаточная для

автоматического исполнения бизнес-процессов предприятия без участия людей.

Следовательно, необходимо гарантировать исполнение транзакций в реальном времени и в едином информационном поле. Для чего, в свою очередь, необходимы действительно высокая (притом гарантированная) производительность и надежность системы в целом. Так мы получаем на выходе идеальные данные для анализа средствами БД (машинного обучения, дата майнинга, вписать по вкусу), которые постоянно доступны в онлайн-режиме без предварительной обработки.

Включение элементов интернета вещей в периметр новой парадигмы пост-ERP: данные вводятся напрямую RFID-датчиками, электронными весами, штрих-сканерами, веб-сайтами, автоматическими погрузчиками на складах, погодными станциями и беспилотными дронами.

Такого рода пост-ERP система будет способна не просто к планированию ресурсов (как мы помним, ERP – это enterprise resource planning), а к прямому и непосредственному управлению предприятием – enterprise managing. Так мы приходим к парадигме управляющей системы предприятия – enterprise managing system, а с учетом требуемого уровня автоматизации бизнес-процессов она имеет все основания называться интеллектуальной (intelligent). Итого – intelligent enterprise managing system. В просторечии – IEM [3].

Можно сформулировать следующие ключевые принципы IEM парадигмы:

*Упорядоченность.* Все процессы автоматизируемого предприятия должны быть стандартизованы, регламентированы. Конкретный вид данной стандартизации может быть произвольным – вплоть до записей должностных инструкций, главное, что должна минимизироваться необходимость "творческого" принятия решения о выполнении процесса (речь идет только про выполнение процесса, а не о творческой работе как таковой). В частности, должны быть описаны все возможные случаи и способы реакции на них.

*Целостность.* Все предприятие должно рассматриваться как единый организм, части которого уникальны для этого организма и максимально приспособлены к внешней среде, в которой в данный момент находится предприятие. В частности, части предприятия нежизнеспособны сами по себе и не могут исследоваться в отрыве от остальных подразделений. Как иллюстрацию этого принципа можно привести простейшее одноклеточное существо вроде амебы.

*Замкнутость.* Все данные предприятия должны быть замкнуты и согласованы внутри предприятия. Согласованность и замкнутость требует, как минимум, выполнения принципа сохранения (ничего из ниоткуда не берется и никуда не девается). Любой измеримый показатель (как внутреннего так и внешнего параметра) должен иметь историю своего возникновения и описывать зависимость от других параметров.

Симметричность. Теоретическая или виртуальная модель предприятия должна точно отражать действительное состояние предприятия, в обратную сторону, изменение в виртуальной модели должно приводить к изменению реальной ситуации.

Прямые следствия. Исходя из описанных принципов, можно легко заметить, что система автоматизации на предприятии, строящее свою систему на основе парадигмы IEM будет обладать свойством универсальности [5]:

Все без исключения цепочки создания стоимости (блоки бизнес-процессов) автоматизируемого предприятия включаются в контур IEM-системы, и управляются ей в эксклюзивном режиме. Или говоря проще, система, базирующаяся на IEM будет заменять собой все иные программные продукты, реализующие отдельные блоки функционала и автоматизирующие отдельные подразделения. Или, обобщая, IEM-система будет универсально применима для любой организации соответствующей принципам IEM.

Вообще предприятие реализующее свою деятельность в рамках парадигмы IEM получит следующие преимущества, непосредственно следующие из сформулированных принципов:

Единое информационное поле. Все пользователи (как внутренние так и внешние пользователи, устройства, датчики, иные системы и контрагенты) имеют доступ к единому равноактуальному набору данных в реальном времени.

*Автономное исполнение бизнес-процессов без участия персонала. Автоматически исполняемые сценарии обработки высокоуровневых бизнес-объектов неограниченной сложности:*

- ◆ для этапов бизнес-процессов ("роботы" на секциях "конвейера");
- ◆ обработчики событий;
- ◆ запускаемые по расписанию и/или при выполнении набора условий.

Человекозаменяющая функциональность IEM, позволяющая поэтапно исключать людей из исполнения формализованных бизнес-процессов вплоть до полной их безлюдности (такое предприятие становится "безлюдным" или автономным).

Единственным ограничением является глубина и качество стандартизации бизнес-процессов в компании.

Однократный ввод и многократное использование данных. Естественное следствие централизованного хранения данных и монолитности (высокосвязности) архитектуры IEM.

Самообслуживание пользователей. Базовая техника ввода данных в IEM.

Прямой ввод через самообслуживание контрагентов на внешних интерфейсах системы\предприятия (интернет-магазины, мобильные приложения, закупочные площадки для поставщиков, etc), автоматический ввод с ин-

теллектуальных сенсоров, датчиков, сканеров и прочего интернета вещей.

Виртуализация предприятия и процессный подход. Любое изменение на любом этапе стандартизированного бизнес-процесса мгновенно отражается на всех последующих: как в реальной работе компании, так и в ее IEM-отражении.

В биологической параллели – изменения в функционировании любой клеточной органеллы сразу отражаются на состоянии клетки в целом.

Локомотив изменений бизнеса, мгновенная отзывчивость и управляемость. Способность IEM к быстрой эволюции предлагает новую парадигму реализации изменений предприятия.

Образ бизнес-процесса to be сначала имплементируется в виртуальной модели (IEM-системе), а затем уже она естественным путем форсирует сотрудников действовать по новому.

Мероприятия, в обычной компании требующие недель, месяцев или никогда, многоразовых собраний, убеждений, бюрократических переписок, преодоления саботажа на каждом этапе корпоративной иерархии, исправлений миллионов глупых косяков исполнителей и etc, здесь занимают часы-дни и заключаются в перенастройке параметров системы.

Парадигма IEM (и использование IEM-систем в частности) может рассматриваться, как связующий элемент новой технологической революции. Так, разрозненные ныне технологии BigData, BlockChain, Machine Learning, IoT, 3d Printing и прочие могут быть объединены на едином скелете IEM систем. Можно предположить возникновение "Интернета компаний". Каждая из компаний основанная на парадигме IEM, связанная с другими цепочками транзакций могут снизить излишними более 90% складских запасов мировой экономики вместе с инфраструктурой их обработки и перевалки.

Интернет компаний (Internet of Enterprises, IoE) – соединение сотен миллионов разрозненных предприятий в единую всепланетную сеть экономических агентов в режиме реального времени – следующая ступень социально-экономической эволюции человечества после изобретения Интернета людей и Интернета вещей.

Узлы IoE, в отличие от современного Интернета людей, транслирующего колоссальный поток неструктурированной информации, взаимодействуют жестко стандартизированными данными небольшого объема.

Близкая к нулю энтропия информационного обмена в принципе не дает возможность поместить в пакет злонамеренные управляющие инструкции – как на белом листе бумаги нельзя спрятать черную пуговицу.

Универсальный вирус для IEM невозможен в принципе в силу уникальности конфигурации пространства бизнес-логики каждой инсталляции IEM-системы.

Взятие под контроль существенного сегмента IoE программным взломом потребует скоординированных усилий миллионов программистов в режиме абсолютной

секретности, имеющих неограниченный доступ к миллионам IEM-систем ("conspiracy theory").

Скомпрометированная IEM-система отдельного предприятия автоматически изолируется от остальных узлов IoT, поскольку теряет способность адекватно заключать новые, и исполнять уже заключенные смарт-контракты с узлами-контрагентами (кибернетический аналог в живом организме – конституционный иммунитет).

Так Internet of Enterprises являет собой интегральный

мета-IEM: самоорганизующуюся и самобалансирующуюся экономическую среду (многоклеточный организм) планетарного масштаба, глобальные гомеостатические механизмы саморегуляции которой предельно устойчивы к нарушающим равновесие вмешательствам любой природы.

Полностью безлюдные процессы создания материальных благ, управляемые связанной мировой сетью IEM-систем, в течение ближайших лет реализуют вековую мечту человечества: избавление от рутинного труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Батырканов Ж.И., Боскебеев К.Д. Использование фреймво-продукционной модели представления знаний в системе управления предприятием // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 1 (29). – С. 100–112.
2. Зубенко Д.Ю., Коваленко А.В., Кузнецов О.М. Аналіз існуючих підходів налаштування інтелектуальних систем управління транспортними підприємствами // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 6. № 9 (78). – С. 17–22.
3. Drissen-Silva M.V., Rabelo R.J. Managing Decisions on Changes in the Virtual Enterprise Evolution // Camarinha-Matos L.M., Paraskakis I., Afsarmanesh H. (Eds) Leveraging Knowledge for Innovation in Collaborative Networks. PRO-VE 2009. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, Berlin, Heidelberg. – 2009. – V. 307. – P. 463–475.
4. Kaur S., Singh K. Towards Development of an Intelligent Framework for Managing Authorization Service in Ubiquitous Enterprise Computing Environment // Krishna P.V., Babu M.R., Ariwa E. (Eds) Global Trends in Computing and Communication Systems. Communications in Computer and Information Science, Springer, Berlin, Heidelberg. – 2012. – V. 269. – P. 51–60.
5. Ko I.S., Lee G., Na Y.J. Development of an Intelligent Information Security Evaluation Indices System for an Enterprise Organization // Khosla R., Howlett R.J., Jain L.C. (Eds) Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. KES 2005. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, Heidelberg. – 2005. – V. 3682. – P. 1029–1035.
6. Kumar G.R., Muthusamy C., Vinaya Babu A. Intelligent Enterprise Application Servers: A Vision for Self-Managing Performance // Das V. (Eds) Proceedings of the Third International Conference on Trends in Information, Telecommunication and Computing. Lecture Notes in Electrical Engineering, Springer, New York, NY. – 2013. – V. 150. – P. 577–584.
7. Kwon O.B., Lee J.J. A multi-agent intelligent system for efficient ERP maintenance // Expert Systems with Applications. – 2001. – Т. 21. № 4. – С. 191–202.

© А.И. Олефиренко, (olefirenko.a@ultimabusinessware.com), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,

