

УДК 001(.891/.892+.895+.92+.94):
:(37.012+658.5)+007.5:(004.7/.9+316.77+331.1+
+334.021):(658.5+061)

Зиндер Е.З.

НО Фонд «ФОСТАС», г. Москва, Россия

РАЗВИТИЕ ПАРАДИГМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИТ В НЕБЫТОВЫХ СФЕРАХ

АННОТАЦИЯ

Нынешний отрезок времени характерен не только дальнейшим ускорением развития информационных технологий (ИТ), но и кардинальными изменениями в смежных технологиях, в образовании, социологии, демографии, экономике. Это определяет новые требования к применению ИТ в небытовой сфере, то есть, в сфере предприятий различных типов. Тем самым эти требования существенно влияют на парадигму профессиональной дисциплины «инжиниринг предприятия» (ИП) как суммы концепций и методов, используемых для создания, использования и трансформации предприятий. С первого десятилетия XXI века изменения в отдельных дисциплинах, связанных с ИП или являющихся его поддисциплинами, производят впечатление возникновения новой парадигмы ИП, или, что то же, кардинального сдвига парадигмы. Более того, в ряде случаев создается впечатление, что сдвиг парадигмы стал постоянным. Сегодня публикации, сообщающие о новых парадигмах, их эволюции, или кардинальных сдвигах появляются практически ежедневно. В этой ситуации турбулентности в сфере концепций ИП и методов применения ИТ данная статья предлагает некоторые ответы на вопросы, которые важны для определения адекватных путей развития концепций и методов ИП и применения ИТ, рациональных форм аккумуляции знаний о концепциях ИП и методах применения ИТ, способах их передачи специалистам, а также для их устойчивого и гибкого применения на практике. Статья предлагает ответы на следующие (и некоторые другие) вопросы. Остается ли в ближайшем будущем классическая парадигма ИП работоспособной и до какой степени? Требуют ли изменения предприятий и их внешней среды новой парадигмы ИП или ее радикального сдвига? Какие концепции и методы ИП могут обосновано считаться классическими или относительно новыми, но требуют выполнения дальнейших исследований и разработок? Выдвигается гипотеза о предполагаемых условиях, которые могут породить действительно кардинальный сдвиг парадигмы ИП и применения ИТ в небытовой сфере.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Информационная технология; концепция применения; инжиниринг предприятия; интероперабельность предприятия; классическая парадигма; сдвиг парадигмы; расширяющаяся парадигма.

Zinder E.Z.

NO FOSTAS Foundation, Moscow, Russia

PROGRESS OF IT APPLICATION PARADIGM FOR NON-EVERYDAY LIFE AREAS

ABSTRACT

The current period is distinctive not only because of further IT development acceleration, but also by cardinal changes in related technologies, in education, sociology, demography, and in economics in general. This determines new requirements for IT applications in a non-everyday life use sphere, i.e. in enterprise environment. Thus, these requirements significantly influence a paradigm of the professional discipline Enterprise Engineering (EE) as a sum of concepts and methods used for enterprises creation, usage and transformation. Since the first decade of XXI century, changes in particular EE related disciplines have been seen as cardinal paradigms shifts. Moreover, an impression occurred of a permanent paradigm shift emergence. Nowadays, publications mentioning new paradigms, their evolution, or cardinal shifts are coming out nearly daily. In this period of high turbulence in the sphere of EE concepts and IT applications methods, the paper gives a set of answers to the questions which are meaningful as they determine relevant ways for EE and IT applications concepts and methods development, rational forms to

accumulate knowledge for EE and IT applications methods, and its transfer to specialists, as well as stability and flexibility of applying EE methods in practice. The paper provides answers to the questions including but not restricted by the following. Does classical EE paradigm remain operable in the nearest future and to what extent? Do changes of enterprises and their environments require a new EE paradigm or the radical paradigm shift? What EE concepts and methods can be rightfully and reasonably considered as classic or relatively new but requiring further research and development? The paper puts forward an assumption about potential conditions that might give rise to a really cardinal paradigm shift of EE and IT applications in a non-everyday life use sphere.

KEYWORDS

Information technology; concept of application; enterprise engineering; enterprise interoperability; classical paradigm; paradigm shift; expanding paradigm.

Введение

Нынешний отрезок времени характерен ускорением не только развития информационных технологий (ИТ), но и смежных (робототехники, биотехнологии, и др.). Эти ускорения идут рука об руку с кардинальными изменениями в образовании, социологии, демографии, в экономике в целом. Современные концепции развития ИТ усиливают требования к обязательности их рассмотрения в контексте применения, а также добавляют возможности тесной интеграции ИТ со смежными технологиями и социальными изменениями в среде использующих их предприятий, определенных как образования любых типов – коммерческих, некоммерческих, органов государственного управления, учреждений науки, и т.д. Все это происходит при росте неопределенности внешней среды предприятий, делающем затрудненным использование прежних методов управления предприятиями. Результатом является высокая турбулентность предлагаемых и реально применяемых методов создания и развития предприятий как объектов применения ИТ. Мы наблюдаем, что публикации со словами о новых парадигмах в применении ИТ или кардинальных сдвигах этих парадигм появляются чуть ли не ежедневно. Стоит также отметить рекомендации университетам при разработке образовательных программ опираться на учебники, изданные не ранее пяти лет назад. К тому же, нельзя игнорировать многих представителей новых поколений специалистов, оценивающих концепции и разработки прошлого века как устаревшие артефакты, на которые неоправданно тратить время сегодня.

В этой ситуации закономерен вопрос: если тотальная смена парадигм ИТ и их применения действительно произошла, то возможно подобные рекомендации верны и нужно прекратить использование концепций, сформированных лет 15 – 20 лет назад, а также знаний принципов и методов, разработанных для реализации этих концепций, как окончательно устаревших?

Учитывая всепроникающий характер ИТ, ответ на этот вопрос принципиально важен для планирования всех действий по накоплению, систематизации, передаче и практическому применению знаний.

Распространены три основных вида ответов на этот вопрос. Рассмотрим их на примере комплексной дисциплины «инжиниринг предприятий» (ИП), поскольку ИП определяет один из важнейших контекстов применения ИТ. Первый вид ответов гласит, что в прикладных дисциплинах нужно как можно раньше выполнять переориентацию на новые методы и новые парадигмы инжиниринга в целом, что поможет предприятиям быстрее развиваться и успешнее конкурировать. Второй – что нужно ориентироваться на освоение и применение фундаментальных, «вечных на все времена» знаний, добавляя к ним умение специалистов и предприятий постоянно учиться, вовремя осваивая новые методы и инструменты. Казалось бы, можно выбрать третий вид ответа, состоящий в том, что истина лежит где-то посередине. Проблема в том, что эта середина сильно зависит от определяющего её субъекта, а также от маркетингового и административного прессинга, под которым находится этот субъект.

В силу этого мы принимаем, что целесообразно оценивать парадигму ИП и применение ИТ на предприятиях в соответствии с характером объектов профессиональной деятельности, с границами ИП как профессиональной дисциплины и с выбранным интервалом времени, на котором рассматривается применение оцениваемой парадигмы.

В данной работе непосредственному анализу подвергается именно комплексная дисциплина ИП (инжиниринг предприятия, enterprise engineering), активно развивающаяся более двух десятилетий. Поэтому общее представление о существующей к концу этого срока турбулентности в методах ИП и о обсуждении кардинальных «сдвигов парадигмы» ИП или

парадигм отдельных дисциплин, входящих в ИП, можно получить на основании относительно небольшого числа публикаций [18; 21; 8; 2; 3; 33; 31]. Однако полная картина существенно шире и многообразнее по проявлениям. Отмеченная турбулентность методов и множество предложений «новых парадигм» характерны для широчайшей сферы применения ИТ в ИП, поскольку сама дисциплина ИП охватывает практически все области целенаправленной деятельности людей. Поэтому определение обоснованных вариантов применения и развития ИП и его частных концепций и дисциплин представляется особо важным.

В связи с указанными выше причинами далее излагается анализ ситуации в сфере ИП и ответы на вопросы:

- применимы ли сегодня концепции определенной ранее, классической парадигмы ИП и требуют ли они дальнейшего уточнения?
- требуют ли происходящие изменения предприятий и их среды новой парадигмы ИП (или, что то же, ее радикального сдвига), то есть, радикально измененной картины мира ИП?
- каковы потребности в исследовании и усовершенствовании методов реализации классических, а также новых концепциях ИП?
- каковы предположительные условия, которые могут вызвать радикальный сдвиг парадигмы ИП?

Ответы на эти вопросы сформированы как часть результатов анализа концепций классической парадигмы ИП, ее сегодняшних расширений и перспектив её дальнейшего развития. Анализ выполнен в рамках проекта РФФИ 16-07-01062 «Разработка методов и средств инжиниринга предприятий на основе интеллектуальных технологий».

Методология анализа и логика изложения

Методической основой анализа служат

- комплексный подход к анализу ИП,
- исторический подход в применении к ценностям ИП для предприятий и связанных с ними людей,
- базовые положения неклассической и постнеклассической эпистемологии.

Последние целесообразно учитывать при определении категорий знаний, необходимых для накопления в ИП как дисциплине, а также в части выбора методов менеджмента знаний на предприятиях.

Центральной целеполагающей методической установкой является предотвращение потери вполне работоспособных концепций и методов ИП, а также сохранение контроля за возможным возникновением действительно новой парадигмы как «новой картины мира ИП».

Использование широкой трактовки понятия «парадигма» обсуждалось в [4], где отмечалось, что это понятие изначально применялось в теоретических науках, состоящей в том, что парадигма – это (следуя «Философской энциклопедии» [11]) *«одна или несколько фундаментальных теорий, пользующихся всеобщим признанием и в течение какого-то времени направляющих научное исследование»*. Однако в [4] указывалось, что ограничиться рамками этого определения в рассматриваемой области невозможно. Несмотря на то, что дисциплина ИП опирается на философский фундамент, а некоторые формальные теории используются в практических моделях ИП, само существование ИП зависит от готовности создавать, воспринимать и применять на практике методы этой дисциплины широчайшим спектром заинтересованных лиц: менеджерами, специалистами по маркетинговому управлению, консультантами по организационному развитию и т.д. Поэтому частные управленческие, производственные и другие практические дисциплины, модели и методики, основанные на «здравом смысле», их понятность составляют не менее определяющую часть ИП. Такие методы и модели могут разрабатываться в первую очередь практиками, и только вслед за этим для части этих методов может понадобиться (или не понадобиться) теоретическое обоснование или опровержение.

По этой причине используется широкое толкование понятия парадигма, которое представляет собой смысловое объединение областей «научных» трактовок, заданных в [11] и «бытовых» трактовок, учитываемых, в частности, в [16; 17]: **Парадигма** (профессиональной дисциплины) – *объединение фундаментальных теорий, пользующихся общим признанием и в течение какого-то времени направляющих научные исследования в рамках данной профессиональной дисциплины, а также ясных для восприятия релевантных моделей объектов, типичных примеров объектов, методов и других предметов этой дисциплины.*

В данной работе парадигма ИП рассматривается на уровне ее концепций, то есть наиболее общих и основополагающих положений, определяющих

- объекты ИП, их модели и их основные характеристики, наиболее важные и общие компоненты предприятий,
- связь ИП с временем жизни предприятия и с особенностями позиции предприятия во внешней для него среде,
- субъекты и объекты внутренней и внешней среды предприятий, их свойства и отношения, и др.

Концепции могут иметь разный по общности и детальности характер, могут иметь форму требования или возможности, определения процесса или структуры, цели или правила. С каждой концепцией в конкретной ситуации связана совокупность реализующих ее методов, а также конкретных инструментов, поддерживающих применение этих методов. Появление новых методов, применяемых для реализации той или иной концепции, и тем более появление новых инструментов, поддерживающих применение определенного метода, не считается радикальным сдвигом парадигмы (появлением новой). Если, например, концепция GERAM [14] и стандарта ISO [23] о допустимости для одного предприятия любых языков моделирования и типов моделей будет, против ожиданий, нормативно заменена концепцией обязательности моделирования любого предприятия на единственном определенном формальном языке (пусть и с разными представлениями подмоделей), это может привести к сильному сужению парадигмы ИП. Однако возможный в этом случае вопрос о том, будет ли одно это радикальным сдвигом парадигмы, должен будет исследоваться и обсуждаться. Если же для существующей концепции моделирования предприятия будет предложен еще один метод моделирования, например, предоставляющий более точное отражение свойств предприятия в их динамике, в рамках данной работы это не будет считаться возникновением новой парадигмы ИП.

Далее результаты усилий по формированию классической парадигмы ИП в последнем десятилетии XX века, рассмотренной как совокупность опубликованных концепций, сравниваются с актуальными потребностями в дальнейшем развитии предприятий на горизонте 2030 года. Вычлняются сегодняшние и более перспективные массовые применения ИТ, на основе чего делаются выводы о работоспособности концепций ИП и характере развития парадигмы ИП в целом. Отмечаются проблемы в создании реально работающих методов реализации ряда концепций и формулируются некоторые направления исследований и опытных разработок методов реализации классических и более поздних концепций ИП.

Классическая парадигма

Создание классической парадигмы

Концепции классической парадигмы ИП детально изложены в известных методологиях и стандартах, в том числе, обращенных к «архитектуре предприятия» (enterprise architecture) как к части ИП. Анализ возникновения и развития классического ИП через призму его архитектурной части представлен в [5]. Поэтому ниже классический ИП описан лаконично, посредством выделения особенностей, которые актуальны на выбранном горизонте, либо требуют изменений.

Отметим, что уже более 20 лет назад существовало мнение [27], что парадигма ИП как профессиональной дисциплины в целом определена и носит инженерный, технократический характер. Тем не менее, ИП формировался большим кругом специалистов и интегрировал разные аспекты предприятия. На конференции ICSEMIT'97 [25] были представлены первые значительные результаты многолетних исследований и гармонизации подходов специалистов Европы и Америки в сфере инжиниринга и интеграции предприятий. Было указано, что хотя термин «ИП» (enterprise engineering, EE) был закреплен ранее на ICSEMIT'92, содержание этой новой дисциплины все еще требовало определения. Вместе с тем, было описано большое число проектов, целенаправленно выполненных в качестве вклада в содержание ИП. В отношении перспективности ИП в [12] было прямо указано, что излагаемые концепции предлагаются для успешной работы предприятий уже в XXI веке.

Глобальный консенсус относительно основных концепций в области ИП в основном был достигнут в 2000 году, о чем Kurt Kosanke, один из идеологов ИП, сообщал в [26]. Были приняты стандарты [22; 23], которые закрепили термин «enterprise engineering» и основные концепции интеграции и моделирования предприятий разных типов, дали определение термина «предприятие» и ввели принципы создания и развития предприятий, в том числе, на основе применения архитектурного подхода. При этом указанные и некоторые последующие стандарты ИП были гармонизированы с концепциями многих методологий, имевших большую самостоятельную значимость.

Базовые концепции классической парадигмы ИП

К базовым здесь отнесены концепции, которые наиболее широко и устойчиво публиковались в тех документах классического ИП, которые можно принять в качестве базовых. В первую очередь здесь к ним отнесены уже упомянутые [14; 22; 23], а также описания проектов CIMOSA [38], GRAI-GIM [15] и Next-Generation Manufacturing (NGM) Project [13].

При анализе базовых концепций в данной работе выделялись и рассматривались три их категории: концепции устройства ИП в целом, концепции компонентов предприятия, концепции интеграции предприятия. В совокупности они охватывают десятки основополагающих положений. Рассмотрение места и роли каждой концепции и их взаимосвязей в ИП не входит в задачу данной публикации, однако такой взгляд полезен, более того, он необходим при разработке конкретных фреймвоков ИП, ориентированных, например, на особенности отрасли или конкретного предприятия.

Ниже приведем лишь наиболее показательные из базовых концепций:

- широкая трактовка объекта ИП, включающая определение целенаправленного характера создания и функционирования предприятия, предусматривающая виртуальные и расширенные предприятия, а также не ограничивающая юридические, экономические или иные формы организации или размер предприятия;
- инжиниринг предприятия как совокупность жизненных циклов, складывающихся в историю жизни предприятия, как постоянный процесс составления описаний и адаптации моделей предприятия, их реализации созданием операционных компонент и контроля их функционирования;
- характеристики ценностей и результатов инжиниринга предприятия, их интеграция;
- архитектура предприятия как часть ИП, обеспечивающая высокоуровневое управление интеграцией и развитием предприятия;
- люди как субъекты предприятия (их роли, компетенции и особые свойства); общая и производственная культура как важнейшая компонента предприятия;
- разнохарактерные представления архитектур (описаний, моделей) и процессов моделирования предприятия и его архитектуры, ориентированные на разных субъектов предприятия и его инжиниринга;
- модели продукции предприятия и ее жизненного цикла, модели других активов предприятия;
- широкая концепция процессов предприятия, включая поведенческие акты;
- модель деятельности («бизнес-модель») предприятия в целом и совокупность составляющих ее моделей по разным аспектам предприятия; экономическая модель предприятия как часть полной модели;
- архитектура центров принятия решений на предприятии и их звеньев – взаимосвязей этих центров;
- построение и постоянная актуализация онтологии предприятия как интегрированного формализованного описания понятий для предприятия и его компонентов, их свойств и взаимосвязей;
- многоуровневая организационная, информационная и иная интероперабельность компонент предприятия и предприятия с его партнерами;
- интеграция машин, компьютерных систем и людей на предприятии, интеграция виртуальных и расширенных предприятий (работников, партнеров).

Перечень концепций является открытым, что было продемонстрировано расширением стандарта [23]. В перечень концепций входят также концепции, общие для большинства современных методологий и фреймвоков в областях enterprise architecture и systems engineering, начиная с концепции адаптивности самой совокупности концепций, методов и инструментов, предусматривающей выбор актуального подмножества и дополнение концепций и методов, возможно – и их модификацию.

Концепции XX века, расширяющие базовые концепции ИП

Одновременно с формированием базовых предлагались концепции, которые не вошли или лишь частично были отражены в упомянутых выше базовых проектах и нормативных документах ИП. Однако то, что эти концепции были не только описаны, но и начали практически применяться в 90-х годах, а также то, что они не находились в антагонистических противоречиях с базовыми, то есть, не отрицали их даже если были альтернативными, приводит к позиционированию их в качестве дополнительных к базовым. Это позволяет считать, что классическая парадигма ИП сформировалась как объединение базовых концепций и приведенных ниже дополнительных концепций.

Концепции для инжиниринга киберкорпораций

James Martin предложил идею киберкорпорации в 1995 году в [28] и позже развил в [29]. Отправной точкой были требования к предприятиям предельно быстро реагировать на изменения, реализовывать «корпоративную нервную систему», распространяемую на партнеров и заказчиков, трансформировать предприятия на основе сетевых архитектур и постоянной эволюции корпораций как «электронных организмов». До сих пор многие концепции [29] освоены лишь частично.

В системе концепций киберкорпорации в качестве показательных можно выделить следующие:

- подвергать реинжинирингу не бизнес-процессы, а потоки ценностей с получением ясной и измеримой пользы;
- планировать стратегические преимущества на основе наиболее важных потоков ценности;
- обеспечивать гибкость и подвижность (agility), динамичность сетевого создания и отмены организационных связей для быстрого реагирования на бизнес-возможности;
- реализовывать экосистемы в экономике кибер-корпораций как комбинации корпораций, создающие межотраслевые экосистемы с динамичным управлением взаимоотношениями; обеспечивать «хореографию» сложных взаимодействий с партнерами в сети;
- использовать программные агенты и умные «цифровые» документы, имеющие «встроенный интеллект»;
- учитывать т.н. парадоксальное поведение людей на предприятии (т.е. неожиданное, спонтанное, алогичное для наблюдателей поведение);
- проектировать киберкорпорации для очень быстрой эволюции; части киберкорпорации должны быть спроектированы как «обучающиеся лаборатории»;
- создавать привлекательную и мотивирующую рабочую среду как «захватывающее» место для максимальной творческой активности;
- производить постоянное быстрое обучение людей и всей киберкорпорации, исключать устарелое мышление;
- искать пути «гладкой трансформации» в противовес травмирующей.

Концепции для Н.С.П.

В то же самое время автором данной статьи в статьях [6; 7] наряду с анализом доминировавших подходов была предложена система концепций создания прикладных автоматизированных систем, представляющих собой действующую часть компьютеризованных предприятий. Система концепций получила название «Новое Системное Проектирование» (Н.С.П.) и независимо от автора она была использована в университетах и в некоторых других исследованиях. Частично концепции Н.С.П. пересекались с указанными выше предложениями [28; 29], поэтому ниже приводятся те, которые дополняют как базовые концепции классического ИП, так и предложения J. Martin:

- информационные системы – это не ИТ как отдельные технологии, а непосредственно действующая часть предприятия, что означает необходимость во всех случаях рассматривать создание и развитие ИТ-систем в качестве части проектов бизнес-инжиниринга;
- расширяемая альтернативными методами и инструментами «Мастерская ИП» (в противовес фиксированному «нормативному набору» некоей унифицированной дисциплины);
- полная информационная вооруженность каждого работника (вне зависимости от его позиции в организационной структуре обладающего доступом ко всем информационным ресурсам и сервисам, потенциально необходимым для эффективного выполнения его деятельности).

Концепции для предприятий электронной коммерции

P. Timmers в [35] проанализировал бизнес-модели активно развивавшихся предприятий электронной коммерции, по существу ввел концепцию бизнес-модели «предприятие как платформа» (сегодняшнее название модели – Enterprise as a Platform, EaaSP) и предложил таксономию транзакционных и инновационных платформ, пусть и не называя все их платформами. В числе рассмотренных оказались модели-платформы, пригодные, в том числе, для создания экосистем, которые включают не только компании, но и конечных потребителей. P. Timmers специально указал, что все эти бизнес-модели реализуемы именно благодаря информационной открытости и связности, обеспечиваемой Интернетом.

Также в [35] рассмотрены:

- концепция бизнес-моделей инновационных предприятий, включающих дополнительную ценность в цепочку создания ценности за счет новых методов управления информацией и новой функциональности;
- концепции предприятий с моделями «платформы сотрудничества» и «виртуального сообщества», что позже в электронных правительствах стало рассматриваться как основа концепции участия и модели GaaP – «правительство как платформа».

На примере [35] отметим, что многие концепции ИП весьма постепенно осознаются широкой профессиональной общественностью. Так, за 18 лет, прошедших со времени публикации [35], число годовых ссылок на нее сильнее всего увеличилось через 15 лет после публикации.

Общие стимулы и цели изменения предприятий в XXI веке

Для оценки работоспособности классической парадигмы ИП нужно оценить характер потребностей предприятий в изменениях и характер этих изменений на выбранном горизонте. Априори можно, например, полагать, что в ближайшие годы более 80% предприятий переориентируется на выпуск т.н. цифровой продукции (цифровой контент как продукт, цифровые услуги). Можно ожидать и противоположного: в 80% случаев радикально инновационные идеи окажутся неработоспособными в условиях реального бизнеса, а т.н. цифровая трансформация переживет нечто, аналогичное известному краху «пузыря дот-комов» 2000 года. Для более обоснованного формирования оценок рассмотрим различные цели и способы цифровой трансформации предприятий, определенные в ходе авторитетных исследований Всемирного Банка [19] и ООН [36; 37]. Примем их в качестве общих для различных предприятий разных стран на рассматриваемом в данной статье и в указанных исследованиях горизонте.

Отчет Всемирного Банка «Цифровые дивиденды»

Отчет Всемирного Банка [19] отталкивается от плана глобального устойчивого развития до 2030 года, принятого ООН [34], и ориентирован на способы получения выгод отдельными предприятиями и людьми. В этом отчете цифровые технологии (ЦТ) определяются в первую очередь как Интернет и мобильная связь, а также как смежные ИТ-технологии, такие как аналитические вычисления, в том числе на Big Data, автоматизация самых разных типов работ, включая интеллектуальные, и электронные платформы удаленной групповой работы. Для всех отраслей, масштабов предприятий и видов деятельности в [19] рассматриваются три модели для механизмов т.н. цифровой трансформации: **«включение»** (в информационное пространство); **«автоматизация и координация»** (для повышения эффективности производства); **«экономия за счет масштаба и платформы»** (для создания инноваций).



Рисунок. Схема основных опорных моделей цифровой трансформации предприятий в составе ИП

Существенно, что содержание отчета [19] показывает, что объектом совершенствования в

первую очередь являются производства классических продуктов и услуг, для которых механизмы, построенные по первым двум моделям, обеспечивают охват большего числа субъектов рынка, ускорение реакции предприятий и повышение эффективности планирования и осуществления производственных процессов. Эти модели и механизмы вполне подпадают под концепции классической парадигмы ИП, описанные ранее в этой статье. Более того, варианты соответствующих механизмов во многом отработаны в рамках классического ИП (хотя возможны и новые варианты этих механизмов).

Отмечается также, что механизмы, построенные по всем этим моделям, часто работают вместе. Добавим к этому, что они могут функционировать как в рамках одного предприятия, так и порознь, например, каждый в своем из взаимодействующих предприятий. Кроме того, третью модель «экономия за счет масштаба и платформы» мы делим на две – на модели платформ транзакционного и инновационного типов, что учитывалось уже в [35] и существует в современной классификации [20]. Получающиеся четыре модели трансформации должны присутствовать в современном варианте ИП, а схема взаимосвязи этих моделей, приведенная на рисунке, может служить канвой для последующих оценок парадигмы ИП и ее возможных расширений.

В части оценки применимости и перспективности классической парадигмы ИП анализ содержания [19] приводит к выводу: классический ИП весьма значительное время в большом объеме будет применяться к производству традиционных изделий и услуг для охвата большего числа клиентов и партнеров, а также повышения эффективности процессов на предприятиях. В связи с этим:

- ИП должен включать концепции, которые относятся к предприятиям или частям предприятий разного типа и уровня «цифровой трансформации» и к обеспечению их взаимодействий и интеграции (в другой форме о необходимости работы и «классических» и «новых» компаний James Martin писал еще в [29]);
- первое место по важности и общности результирующего эффекта цифровой трансформации занимает концепция связности бизнес-организаций, машин, людей и правительств, основанная на информационной связности посредством Интернет и мобильной связи.

Отметим, что частные наукоемкие методы и интеллектуальные технологии считаются важными, но в [19] рассматриваются во вторую очередь. Мы предполагаем, что в причины этого входит то, что трансформация на основе связности еще долго будет требовать первоочередного внимания, а каждое наукоемкое новшество перед одобрением должно пройти проверку практикой по рекомендациям [33].

Обратим также внимание на то, что в [19] особо выделена и обоснована необходимость первоочередного создания политических, социальных и образовательных компонент, отнесенных к «аналоговому фундаменту», в который включены законодательство, деловая культура и правила конкуренции, компетенции людей, прозрачные институты управления. Указано, что дефицит этих компонент порождает высокие риски выполнения цифровых трансформаций вплоть до получения весьма негативных последствий. Это означает, что ИП должен включать в качестве первостепенных концепцию обеспечения такого аналогового фундамента и концепции управления рисками этого и других, в том числе, еще лишь прогнозируемых или даже неизвестных типов.

Вместе с тем, нужно отметить, что отчет [19] недостаточно учитывает некоторые важные требования реального ИП. В частности, недостаточно учитывается экономический фундамент предприятия и его инжиниринга, игнорируется фактор ограниченности объемов рынков. Например, цифровая трансформация парикмахерских посредством их присутствия в Интернет (пример из [19]) может помочь части из них в конкуренции, но вряд ли заметно увеличит суммарный объем рынка их услуг, хотя увеличит накладные расходы. Таким образом, экономическое планирование и контроль должны быть не только обязательной концепцией в ИП, но в огромном большинстве случаев – одной из первостепенных по важности и первоочередных в применении. Это приходится фиксировать, поскольку экономика как дисциплина в некоторых подходах к ИП не предусматривается, как, например, в фреймворке [18], в котором «экономическая теория» не указана в составе «теорий ИП».

Отчеты ООН 2014 и 2016 годов о развитии электронных правительств

Рассмотренный отчет [19] относится к любым организациям, однако подавляющая часть его примеров рассматривает коммерческий сектор. Отчеты ООН [36; 37] содержат подробный анализ «цифрового развития» органов публичного управления и восполняют этот недостаток. Основные выводы отчетов ООН совпадают с выводами [19], но уточняют некоторые требования к ИП. В частности:

- требуется использовать в ИП концепцию не только информационной, но и процессной связности организаций публичного сектора, а также их с предприятиями других типов и с индивидами; это порождает в ИП дополнительные требования к концепциям информационного пространства и информационной безопасности;
- в ИП нужно включать концепцию «электронного участия» (e-participation) граждан в информационных действиях в экосистеме электронного правительства (электронной демократии) для достижения не личных целей, а целей, общих для города или страны.

Укажем, что инжиниринг информационной и процессной связности давно входит в концепции ИП и более двух десятилетий развивается в теории и на практике, закрепляется в стандартах интероперабельности предприятий, например, в [1], но сталкивается с проблемами при разработке методов и инструментов реализации в достаточно полном объеме. Отметим также, что отчет [36] анализирует, а [37] подтверждает наличие проблем и рисков нетехнологического характера при инжиниринге экосистем, опирающихся на участие граждан. Необходимы исследования способов решения этих проблем и включение в ИП концепции управления соответствующими рисками.

Развитие парадигмы ИП и ее оценка

Оценка классической парадигмы

Как показано выше, на рассматриваемом горизонте времени цели трансформации очень большого числа предприятий как объектов ИП относятся к развитию производства классических продуктов (изделий) и услуг, которая охвачена классическими концепциями ИП. Отметим, что это справедливо и для таких мощных течений, как Industry 4.0 и Smart City. Ожидаемые в этих течениях результаты обеспечены классическими концепциями, однако реализуемыми с таким высоким уровнем автоматизации и связности, который наконец-то дает явный и существенный прирост эффективности. При этом концепции и многие модели и методы классического ИП охватывают также инжиниринг большой доли таких предприятий, основной производственный процесс которых состоит в получении новых (или относительно новых) типов информационных и коммуникационных результатов.

С учетом сказанного ответы на первые вопросы из поставленных во Введении таковы:

- **концепции классического ИП остаются полностью работоспособными** для очень большой или даже большей части предприятий, а также частей одного или / и различных предприятий, взаимодействующих между собой;
- в рамках принятого горизонта «картина мира ИП» претерпевает расширения, но ее **радикального изменения не наблюдается**; по указанной выше причине нет оснований говорить о необходимости и обоснованности появления новой парадигмы ИП или ее радикальном сдвиге ИП.

Безусловно, существуют серьезные проблемы решения отдельных задач ИП, например, в областях интегрированного онтологического моделирования предприятия, которое предусматривалось в GERAM [14], интероперабельности предприятий, включая бесшовную доступность распределенных знаний и преодоление межкультурных барьеров (о чем было сказано еще в NGM [13]), полноценного участия клиентов, а также в областях, требующих решения других задач сетевого управления экосистемами. Это во многом связано с тем, что указанные и некоторые другие концепции сопровождалась оптимистическими ожиданиями легкости их реализации, что, однако, не означает необходимости отказа от самой концепции, тем более – смены парадигмы. Продолжение НИОКР для совершенствования известных и разработки новых методов и инструментов ИП является естественным.

Проблемы применения некоторых концепций

Упомянутые выше проблемы могут иметь причины разного характера. В некоторых случаях работоспособность классических концепций ИП требует поиска лучших методов их совместного применения, в других – должна задаваться ограничениями на область их использования, в-третьих, она требует преодоления недостатков в способах их применения. Например, при интеграции концепций в классическом ИП были соединены два подхода:

- технократический подход к ИП, отраженный в [27], в котором предприятие трактовалось как система взаимодействующих процессов, изменения которых должны производиться «со строгостью инжиниринга». Этому до сих пор соответствует рассмотрение предприятия как своего рода часового механизма с точным описанием всех «шестеренок», их «сцеплений», правил завода «пружин», и т.п.;

- подход, в гораздо большей степени учитывающий человеческий фактор и гуманитарные аспекты. Так, стандарты [22; 23] зафиксировали, что важнейшими компонентами предприятия являются культура и люди, определили концепции работы с этими компонентами (в частности, множественность разнохарактерных моделей предприятия и языков моделирования для разных субъектов), а психология труда заняла достойное место в практике организационного проектирования.

Коллизия между «технократическим» и «гуманитарным» подходами продолжает существовать и часто мешает целостному рассмотрению предприятия, гибкому ситуативному управлению стратегией предприятий в меняющейся среде, а также применению косвенных, т.н. мягких форм управления. Необходима разработка методов сочетания концепций, представляющих указанные подходы. Возможны ограничения областей их применения при применении как вместе, так и в отрыве друг от друга.

Помимо этого, многие концепции классической парадигмы ИП искажаются при их включении в конкретные фреймвоки и в практике использования. Так, во многих случаях процессный подход определяется как доминирующий в ИП, поведенческий аспект не раскрывается так, как предполагает поведенческий подход в целом, неоправданно сужается набор аспектов моделирования предприятия, из всех технологий предприятия часто рассматриваются лишь ИТ, недостаточен объем внимания к ситуационному управлению гармонизацией политики, стратегии и тактики развития предприятия, часто основное внимание уделяется внутренней среде предприятия и недостаточное – внешней.

Существуют также недостатки в развитии методов реализации некоторых важных концепций, что требует выполнения НИОКР для поиска усовершенствованных методов и разработки новых инструментов реализации концепций, примеры которых были названы ранее (например, создания и применения интегрированных онтологий предприятий).

Основа и характер развития парадигмы и концепций ИП

Преодоление затруднений, описанных выше, опирается на то, что классический ИП допускает возможность расширения не только применяемых методов, но и концепций ИП, включая использование альтернативных. Предусматривается также приспособление ИП к специфике конкретного предприятия. Это придает парадигме ИП открытость для дополнений и модификаций, что, в свою очередь, позволяет преодолевать возникающие ограничения и недостатки, расширяя парадигму ИП при возникновении новых потребностей, дает основу для жизнеспособности и постоянного развития парадигмы ИП в целом.

За счет этого на рассматриваемом горизонте новые концепции ИП могут использоваться наряду или даже вместе с классическими и более поздними добавлениями к ним. В первую очередь это касается «относительно новых» концепций, оформившихся в первом десятилетии XXI века и уже значительное время обсуждаемых и применяемых в практике ИП.

Например, к ним можно отнести следующие концепции, проявившиеся в условном интервале 2001 – 2010 годов:

- постоянная трансформация межкультурных барьеров общекультурного и профессионального характера в конструктивное использование культурного многообразия,
- вовлечение пользователей-клиентов в активный со-творческий процесс в сетевой экосистеме предприятия,
- комплексная и информационная безопасность в открытой системе взаимодействующих предприятий и индивидов.

Это касается и существенно более новых и радикальных по вносимым изменениям концепций, примеры которых будут указаны далее.

Этот вывод справедлив при условии сохранения предприятий как объектов ИП и целей их трансформации вместе с сохранением открытого к расширениям характера совокупности концепций ИП. Такой вывод позволяет заключить, что мы имеем дело с вполне определенным характером развития всего ИП, а именно, с **постоянно расширяющейся парадигмой ИП**, общая схема развития которой показана в таблице. В таблице концепции, появившиеся в условном интервале 2001 – 2010 годов и уже практически используемые в инжиниринге, отнесены к «относительно новым», результат их включения в ИП назван расширенной классической парадигмой ИП.

Таблица. Развитие постоянно расширяющейся парадигмы ИП

Период времени (ориентировочно)	1992 - 2000	1995 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2016 - 2030
Наборы предлагаемых концепций ИП	Базовые концепции ИП			
		Дополнительные концепции ИП	Относительно новые используемые концепции ИП	Существенно новые, («перспективные») концепции ИП
Начальное состояние парадигмы ИП	Классическая парадигма ИП			
Текущее состояние используемой парадигмы ИП			Расширенная классическая парадигма ИП	
Общий характер изменения парадигмы ИП	Постоянно расширяющаяся парадигма ИП			

Отметим, что многие публикации, использующие слова о радикальном сдвиге парадигмы ИП, в реальности предлагают дополнительные варианты компонент ИП, например, вариант фреймвока для ИП (как в [18]), еще одну методику согласования бизнеса и ИТ (как в [21]), какой-либо метод, метамодель или вариант инструментального языка. Эти новые компоненты ИП могут претендовать на частичное обновление и расширение практики ИП, но не на изменение картины мира ИП.

Примечание. Автор данной работы в 2013 году поддался мейнстриму и назвал в [2; 4] предложенную систему принципов ИП новой парадигмой. Здесь это обозначение дезавуируется по указанным выше причинам. При этом содержание работ [2; 4] остается корректным и конструктивным.

Необходимость продолжения исследований

Проявившиеся и ожидаемые изменения в технологиях, демографии, экономике и других составляющих среды предприятия (см., например, [3]) приводят к необходимости постоянного выполнения НИОКР и расширения парадигмы ИП. Ниже отобраны те из классических или относительно новых, но уже практически работающих концепций ИП, дальнейшие глубокие исследования которых автор считает необходимыми с целью повышения эффективности и расширения области их применения.

Направления исследований в сфере интероперабельности и смежных концепций

Концепции интероперабельности и онтологического моделирования предприятий [14], тесно связанные с ними концепции бесшовной интеграции личного, корпоративного и глобального информационного пространств, бесшовной глобализации знаний – эти классические концепции и соответствующие задачи интеграции предприятий продолжают требовать фундаментальных НИОКР.

В число известных направлений исследований и опытных разработок входит, в частности, направление Common Logic [24] и создание общих базовых онтологий (или “upper ontologies”) [30]. Однако в настоящее время ситуация в данной области далека от благоприятной. Её характеризует оценка авторов монографии «Инженерная онтология» [9], приведенная в [10]: *“Мы видим серьезную проблему в том, что каждая картина мира, претендующая на онтологический статус, то есть способная внятно ответить на некоторое количество онтологических вопросов, считает себя единственно верной. ... Однако сегодня онтологии между собой не взаимодействуют, а их адепты не способны ни к рациональной дискуссии, ни, тем более, к сложной метафорической коммуникации”*.

Тем не менее, интеграционные идеи в этой области, как например [32], продолжают развиваться. Фундаментальные цели исследований в данной сфере можно определить гипотезой из [39]: необходимого уровня успеха в реализации интероперабельности и смежных концепций можно достичь, если возможности бесшовного взаимодействия будут обеспечиваться предметными специалистами предприятия и его экосистемы, а не «инженерами знаний» и специалистами по формальным («компьютерным») онтологиям.

На наш взгляд, для достижения результата нужно продвижение в следующих направлениях:

- интеграция т. н. «философских» и «компьютерных» онтологий;

- методы динамического выявления и разрешения смысловых коллизий в актах коммуникации людей между собой, с интеллектуальными программными агентами и между такими агентами (с перспективой создания средств динамического уточнения смысла на основе формальных систем и эвристических процедур);
- способы и средства концептуального упрощения работы экспертов-предметников с онтологиями предметных областей, включая создание интеллектуальных программных помощников, содействующих экспертам-практикам в работе с онтологиями.

Другие направления исследований в сфере классических или относительно новых концепций

К другим областям и направлениям исследований существующих концепций, можно отнести следующие:

- 1) непроцессная организация деятельности (при этом не подразумевается запрет на описание процессов), способы и инструменты отхода от доминирования predetermined процессов как определяющей концепции ИП с учетом парадоксального поведения работников и управления предприятием, а также высокой степени неопределенности среды, спонтанных изменений в ней;
- 2) методы и инструменты создания и управления более гибкими архитектурами предприятий для их опережающей эволюции (в том числе, на основе развития методов реализации концепций архитектуры, управляемой моделями, слабосвязанных архитектур предприятий и сервисных моделей);
- 3) управление непрерывным образованием персонала и клиентов с учетом постоянного изменения потребностей в компетенциях, а также постоянного расширения открытых «мастерских ИП», в которых поддерживаются альтернативные методы и инструменты ИП, в том числе, в составе предприятий с бизнес-моделью EaaS для вариантов инновационной платформы и для самообслуживания клиентов;
- 4) конструктивное моделирование ценностей предприятия (структурное, каузальное, ситуационное, и др.), ценностей предложений предприятия клиентам и ценностей самого клиента с учетом экзистенциального контекста клиента (в первую очередь – при инжиниринге бизнес-архитектуры предприятия) (*относительно новая концепция*);
- 5) проявления общекультурного и профессионального мультикультурализма и поиск методов и автоматизированных средств обнаружения его проявлений он-лайн, снижения создаваемых им барьеров и его конструктивного использования, в том числе, в рамках развития многоагентных архитектур и технологий (*относительно новая концепция*);
- 6) назначения, формы и методы вовлечения пользователей-клиентов в активный творческий процесс в сетевой экосистеме предприятия, включая экосистемы коммерческих предприятий и электронного правительства, в том числе, включение пользователей-клиентов в продуктивные коллективные взаимодействия и поддержка последних (*относительно новая концепция*);
- 7) информационная безопасность в открытой системе взаимодействующих предприятий и индивидов при отсутствии периметра предприятия как основного места защиты (*относительно новая концепция*).

Существенно новые концепции ИП

К существенно новым концепциям отнесены в первую очередь те, которые расширяют трактовки предприятия, его субъектов, другие концепции существования предприятия. В частности, это

- инжиниринг всесторонней интеграции акторов разных типов (людей, интеллектуальных программных агентов, и др.), организация их совместной работы как субъектов предприятия;
- инжиниринг менеджмента знаний в актуальных контекстах не наукоцентричных постклассических и последующих постнеклассических трактовок;
- инжиниринг управления предприятием в условиях растущей неопределенности среды;
- инжиниринг управления рисками разных типов как один из центральных методов управления предприятием, особенно в условиях т.н. мягких (косвенных) методов управления;
- а также концепции расширения и гибкого управления применением самого ИП, и др.

Для таких новых концепций также определяются направления НИОКР, однако более детальное их описание целесообразно осуществить в рамках отдельной публикации.

Как следует из приведенной в Таблице схемы, появление указанных выше или схожих

концепций рассматривается как расширение парадигмы ИП, но не радикальное её изменение. Пока что, активно популяризируемые технологические и системные новшества, означая определенные вехи в развитии «производительных сил», все еще не формируют нового мира ИП. Как разработка и применение «автопилотов» в гражданской авиации не изменила парадигму построения предприятий пассажирских авиаперевозок, так и инжиниринг предприятий «Индустрии 4.0» или «Умных городов» выполняется все еще в рамках расширяющейся парадигмы ИП, определенной в данной работе. Широко обсуждаемые ИТ, связанные с возможностями все более быстрой обработки все БОльших объемов данных (в частности, аналитика «переднего фронта» на BigData), осуществлять глубинное самообучение, предоставлять новые возможности виртуализации, и т.д. потенциально несут существенные изменения в организации и в работе предприятий, но сами по себе также не создают новой парадигмы ИП.

Условия радикального сдвига парадигмы ИП

Сдвиг парадигмы ИП может быть вызван радикальными изменениями в концепциях ИП, определяющих процесс и методы интеграции и изменений предприятия, но с большим основанием он может быть вызван изменениями в содержании самих предприятий (что, в свою очередь, может вызвать изменения в процессе инжиниринга). Парадигма ИП оказывается сильно связанной с производственными отношениями, а не только с производительными силами (в т.ч. с технологиями разных типов). В частности, она тесно связана с целенаправленностью создания, развития и функционирования предприятия, с субъектами, производственные отношения которых определяют архитектуру предприятия, начиная с культуры, решения в ходе его деятельности. Можно предположить, что условия, которые могут вызвать радикальный сдвиг парадигмы ИП, могут возникнуть при гораздо большем развитии возможностей и вариантов самоорганизации и саморазвития «существенно новых предприятий», чем существующие в настоящее время. Это может быть также связано с ростом числа и возможностей интеллектуальных программных агентов («роботов») как новых типов субъектов таких предприятий. Вместе с тем, эта гипотеза не означает утверждения, что возникновение таких условий и наличие у части предприятий таких свойств автоматически означает эру новой парадигмы ИП. Одной из причин этого может быть параллельное функционирование множества предприятий частично классической архитектуры, их взаимодействие с «существенно новыми предприятиями» и сохранение у расширяющейся парадигмы ИП способностей интегрировать предприятия разных типов за счет расширения состава концепций и методов, включая альтернативные. Преимущество такой расширяющейся, пусть «составной» парадигмы перед применением двух разных состоит в более естественной реализации центральной концепции ИП: бесшовной интеграции предприятий.

Заключение

Реальная значимость ИТ в небытовых сферах существует в рамках парадигмы инжиниринга предприятий, которая связана с конкретным отрезком времени применения этой парадигмы, характеризующимся определенными свойствами предприятий, применяемых на них технологий и правил, отношений, существующих внутри них и с их внешней средой. Классическая парадигма ИП, сформированная с 1992 по 2000 год, расширенная некоторыми появившимися позднее концепциями, остается работоспособной на выбранном горизонте времени, т.е. на 15 лет вперед. При этом «картина мира ИП» претерпевает расширения и изменения, но радикального сдвига парадигмы не происходит. Есть основания считать, что на рассматриваемом горизонте мы имеем дело с **постоянно расширяющейся парадигмой ИП**, способной учитывать изменения среды, появляющиеся методы и технологии. Этот вывод дает основания и определяет границы для продолжения систематического последовательного накопления знания как о построении и трансформации предприятий, так и о применении ИТ в этих работах. Также возникают основания для балансирования альтернативных концепций и методов ИП на всем множестве предприятий и даже в рамках одного предприятия.

В связи с ускоряющимся развитием внешней и внутренней среды предприятий значительное число классических и относительно новых концепций ИП нуждается в дальнейшем развитии реализующих их методов и инструментов. Предложен набор направлений НИОКР, рекомендуемых для такого развития. В частности, в них входит совершенствование методов формирования и применения интегрированных онтологических моделей предприятий, конструктивное структурное, многоаспектное моделирование ценностей, предлагаемых клиентам, и ценностей самого клиента, ряд других.

Предложены критерии и примеры существенно новых концепций, в некотором объеме изменяющих трактовку предприятия, его субъектов, другие аспекты существования предприятия.

Однако и для этих концепций сделан вывод о том, что они значительно расширяют парадигму ИП, но не порождают новой, отрицающей существующую, или не обязательно ее порождают. Также предложена гипотеза о том, что появление действительно новой парадигмы может произойти в результате значительных изменений не только и не столько производительных сил, сколько производственных отношений, однако указано на условный характер реализации этой гипотезы.

Литература

1. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения (Информационные технологии). – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; Стандартиформ. – М., 2013 – 20 С.
2. Гузик С.В., Зиндер Е. З., Юнатов И. Г. Новая парадигма инжиниринга предприятия и управление соответствием между рабочими процессами и компетентностью их исполнителей //Сб. трудов XVI конференции «Инжиниринг предприятий и Управление Знаниями», 25-26 апреля 2013 г., МЭСИ, Москва. – 2013 – С. 90-100.
3. Зиндер Е.З. Новое в архитектурах предприятий и их ИТ-систем: возможности и риски. //В сб. трудов седьмой межд. конф. "Современные технологии управления предприятием и возможности использования информационных систем: состояние, проблемы, перспективы". 30-31 марта 2012 г., ОНУ им. И.И. Мечникова, Одесса. – 2012 – С. 148-152.
4. Зиндер Е. З. Формирование системы понятий и принципов как базиса новой парадигмы инжиниринга предприятий //Сб. трудов XVII конференции «Инжиниринг предприятий и Управление Знаниями», 24-25 апреля 2014 г., МЭСИ, Москва. – 2014 – С. 118-126.
5. Зиндер Е. З. Архитектура предприятия в контексте бизнес-реинжиниринга. Часть 1 // Intelligent Enterprise. 2008. № 4, с.46-51. URL: <https://www.iemag.ru/master-class/detail.php?ID=15745>
6. Зиндер Е.З. Новое системное проектирование: информационные технологии и бизнес-реинжиниринг. Часть 3//СУБД, 1996, №2. – С. 61 – 76.
7. Зиндер Е.З. Проектирование баз данных: новые требования, новые подходы //СУБД, 1996, №3. – С. 10-22.
8. Тельнов Ю.Ф. Эволюция парадигмы «инжиниринг предприятий» //Сб. трудов XVI конференции «Инжиниринг предприятий и Управление Знаниями», 25-26 апреля 2013 г., МЭСИ, Москва. – 2013 – С. 294-298.
9. Никитин В., Переслегин С., и др. Инженерная онтология //УрФУ, Высшая инженерная школа. – ИД «Ажур», Екатеринбург. – 2013. – 230 С. ISBN 978-5-91256-156-6
10. «Социософт». Порядки мышления (Электронный ресурс). – 2016. URL: http://sociosoft.ru/news/kotly_2016
11. «Философская энциклопедия» (Электронный ресурс). – 2016. URL: http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_philosophy/
12. Bloom H.M. Enterprise Integration – A Unated States View / Kossanke, K., Nell, J.G., (Eds.), 1997, Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus//Proceedings of ICEIMT'97 Int. Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology. – Springer-Verlag, 634 P. ISBN 3-540-63402-9. – P. 6-19.
13. Ibid. P. 7-9.
14. GERAM: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology. Version 1.6.3. IFIP-IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration, March 1999. – 31 P.
15. D. Chen, G. Doumeings. The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology //Architectures for Enterprise Integration. Series "IFIP Advances in Information and Communication Technology". – Springer US. 1996. – P. 102-126. Online ISBN 978-0-387-34941-1. DOI 10.1007/978-0-387-34941-1_7.
16. Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus dictionary. (Definition of "paradigm") URL: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/paradigm>
17. Ibid. (Definition of "paradigm shift") URL: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/paradigm-shift>
18. Dietz J.L.G., et al. The discipline of Enterprise Engineering //Int. J. Organisational Design and Engineering, Vol. 3, No. 1, 2013 May 2013. P. 86-114. DOI: 10.1504/IJODE.2013.053669
19. Digital Dividends. World development report // International Bank for Reconstruction and Development. – 2016. – 330 P. e-ISBN: 978-1-4648-0672-8 DOI: 10.1596/978-1-4648-0671-1.
20. Evans P. C., Gawer A. The Rise of the Platform Enterprise. A Global Survey //The Center for Global Enterprise. The Emerging Platform Economy Series No. 1. Jan 2016. – 30 P.
21. Hinkelmann K., Karagiannis D., Thoenssen B., Woitsch R., A. Gerber and A. Merwe. A new paradigm for Continuous Alignment of Business and IT: Combining Enterprise Architecture Modeling and Enterprise Ontology //Computers in Industry. Vol. 79, Special Issue, Ed. by Romero and F. Vernadat, June 2016. – P. 77-86.
22. ISO 14258:1998. Industrial automation systems - Concepts and rules for enterprise models (with Cor.1:2000, p.6). – ISO, 1998 – 21 P.
23. ISO 15704:2000. Industrial automation systems — Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies (With Am.1: Additional views for user concerns. 2005, p. 17). – ISO, 2000 – 60 P.
24. ISO/IEC 24707:2007. Information technology -- Common Logic: a framework for a family of logic-based languages. – ISO, 2007 – 73 P.
25. Kossanke, K., Nell, J.G., (Eds.), 1997, Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus//Proceedings of ICEIMT'97 Int. Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology/ Springer-Verlag, 1997 – 634 P. ISBN 3-540-63402-9.
26. Kossanke K., Vemadaf F.B. and Zelm M. Enterprise Engineering And Integration In The Global Environment// Advances in Networked Enterprises, Eds. L. M. Camarinha-Matos et al./ Springer, New York – 2000 – P. 61-70.
27. Liles D.H., Johnson M.E. and Meade L. The Enterprise Engineering Discipline.//Proceedings of the Fifth Annual Industrial Engineering Research Conference. – 1996 – pp.479-484.
28. Martin J. Evolution of a species// Computerworld. April 10, Vol. 29, No. 15 – 1995 – P.37.
29. Martin J. Cybercorp: The New Business Revolution. – NY: Amacom (American Management Association). – 1996 – 326 P. ISBN: 0814403514, 9780814403518
30. Mascardi V., Cordi V., Rosso P. A Comparison of Upper Ontologies.//WOA, 2007 – P. 55-64.
31. Pedersen P.B. Multiculturalism and the Paradigm Shift in Counselling: Controversies and Alternative Futures.//Canadian Journal of Counselling / Revue canadienne de counseling I 2001, Vol. 35:1. – 2001, P. 15 – 25.

32. Sowa J.F. From Existential Graphs to Conceptual Graphs.//International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications. Volume 1 Issue 1, January 2013. – 2003 – P. 39-72.
33. Stroud D.J. The impact of the new technologies — Permanent paradigm shift or transitory aberration? //Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice (Interactive Marketing), V. 4, No. 2 (Oct 2002). – P. 144–155. doi:10.1057/palgrave.im.4340173
34. Sustainable Development. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. (UN Internet resource). – 41 P. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (дата обращения: 15.10.2016)
35. Timmers P. Business Models for Electronic Markets.// Electronic markets. V. 8, Issue 2. – 1998. – P 3-8.
36. United Nations E-Government Survey 2014. E-Government For The Future We Want.//United Nations, New York. – 2014. – 284 P.
37. United Nations E-Government Survey 2016. E-Government In Support Of Sustainable Development. United Nations, New York. – 2016. – 242 P.
38. Vernadat F.B. The CIMOSA Languages/ In Bernus P., Mertins K. and Schmidt G. Handbook on Architectures of Information Systems. – Springer-Verlag – 1998. – P. 243-264.
39. Zinder E.Z., Yunatova I.G. Conceptual Framework, Models, and Methods of Knowledge Acquisition and Management for Competency Management in Various Areas. //In P.Klinov and D.Mouromtsev (Eds.): KESW 2013, CCIS 394. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. – 2013 – P. 228-241.

References

1. GOST R 55062-2012. Informatsionnye tekhnologii. Sistemy promyshlennoy avtomatizatsii i ikh integratsiya. Interoperabel'nost'. Osnovnye polozheniya (Informatsinnye tekhnologii). – Federal'noe agentstvo po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii; Standartinform. – M., 2013 – 20 S.
2. Guzik S.V., Zinder E. Z., Yunatova I. G. Novaya paradigma inzhiniringa predpriyatiya i upravlenie sootvetstviem mezhdubochimi protsessami i kompetentnost'yu ikh ispolniteley.//Sb. trudov XVI konferentsii «Inzhiniring predpriyatiy i Upravlenie Znaniyami», 25-26 aprelya 2013 g., MESI, Moskva. – 2013 – S. 90-100.
3. Zinder E.Z. Novoe v arkhitekturakh predpriyatiy i ikh IT-sistem: vozmozhnosti i riski. //V sb. trudov sed'moy mezhd. konf. "Sovremennye tekhnologii upravleniya predpriyatiem i vozmozhnosti ispol'zovaniya informatsionnykh sistem: sostoyanie, problemy, perspektivy". 30-31 marta 2012 g., ONU im. I.I. Mechnikova, Odessa. – 2012 – S. 148-152.
4. Zinder E. Z. Formirovanie sistemy ponyatiy i printsipov kak bazisa novoy paradigmy inzhiniringa predpriyatiy.//Sb. trudov XVII konferentsii «Inzhiniring predpriyatiy i Upravlenie Znaniyami», 24-25 aprelya 2014 g., MESI, Moskva. – 2014 – S. 118-126.
5. Zinder E. Z. Arkhitektura predpriyatiya v kontekste biznes-reinzhiniringa. Chast' 1 // Intelligent Enterprise. 2008. № 4, s.46-51. URL: <https://www.iemag.ru/master-class/detail.php?ID=15745>
6. Zinder E.Z. Novoe sistemnoe proektirovanie: informatsionnye tekhnologii i biznes-reinzhiniring. Chast' 3//SUBD, 1996, №2. – S. 61 – 76.
7. Zinder E.Z. Proektirovanie baz dannykh: novye trebovaniya, novye podkhody.//SUBD, 1996, №3. – S. 10-22.
8. Tel'nov Yu.F. Evolyutsiya paradigmy «inzhiniring predpriyatiy».//Sb. trudov XVI konferentsii «Inzhiniring predpriyatiy i Upravlenie Znaniyami», 25-26 aprelya 2013 g., MESI, Moskva. – 2013 – S. 294-298.
9. Nikitin V., Pereslegin S., i dr. Inzhenernaya ontologiya.//UrFU, Vysshaya inzhenernaya shkola. – ID «Azhur», Ekaterinburg. – 2013. – 230 S. ISBN 978-5-91256-156-6
10. «SotsioSoft». Poryadki myshleniya (Elektronnyy resurs). – 2016. URL: http://socioSoft.ru/news/kotly_2016
11. «Filosofskaya entsiklopediya» (Elektronnyy resurs). – 2016. URL: http://dic.academic.ru/contents.nsf/enc_philosophy/
12. Bloom H.M. Enterprise Integration – A Unated States View / Kosanke, K., Nell, J.G., (Eds.), 1997, Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus//Proceedings of ICEIMT'97 Int. Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology. – Springer-Verlag, 634 P. ISBN 3-540-63402-9. – P. 6-19.
13. Ibid. P. 7-9.
14. GERAM: Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology. Version 1.6.3. IFIP-IFAC Task Force on Architectures for Enterprise Integration, March 1999. – 31 P.
15. D. Chen, G. Doumeings. The GRAI-GIM reference model, architecture and methodology //Architectures for Enterprise Integration. Series "IFIP Advances in Information and Communication Technology". – Springer US. 1996. – P. 102-126. Online ISBN 978-0-387-34941-1. DOI 10.1007/978-0-387-34941-1_7.
16. Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus dictionary. (Definition of "paradigm") URL: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/paradigm>
17. Ibid. (Definition of "paradigm shift") URL: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/paradigm-shift>
18. Dietz J.L.G., et al. The discipline of Enterprise Engineering.//Int. J. Organisational Design and Engineering, Vol. 3, No. 1, 2013 May 2013. P. 86-114. DOI: 10.1504/IJODE.2013.053669
19. Digital Dividends. World development report // International Bank for Reconstruction and Development. – 2016. – 330 P. e-ISBN: 978-1-4648-0672-8 DOI: 10.1596/978-1-4648-0671-1.
20. Evans P. C., Gawer A. The Rise of the Platform Enterprise. A Global Survey.//The Center for Global Enterprise. The Emerging Platform Economy Series No. 1. Jan 2016. – 30 P.
21. Hinkelmann K., Karagiannis D., Thoenssen B., Woitsch R., A. Gerber and A. Merwe. A new paradigm for Continuous Alignment of Business and IT: Combining Enterprise Architecture Modeling and Enterprise Ontology.//Computers in Industry. Vol. 79, Special Issue, Ed. by Romero and F. Vernadat, June 2016. – P. 77-86.
22. ISO 14258:1998. Industrial automation systems - Concepts and rules for enterprise models (with Cor.1:2000, p.6). – ISO, 1998 – 21 P.
23. ISO 15704:2000. Industrial automation systems — Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies (With Am.1: Additional views for user concerns. 2005, p. 17). – ISO, 2000 – 60 P.
24. ISO/IEC 24707:2007. Information technology -- Common Logic: a framework for a family of logic-based languages. – ISO, 2007 – 73 P.
25. Kosanke, K., Nell, J.G., (Eds.), 1997, Enterprise Engineering and Integration: Building International Consensus //Proceedings of ICEIMT'97 Int. Conference on Enterprise Integration and Modelling Technology/ Springer-Verlag, 1997 – 634 P. ISBN 3-540-63402-9.

26. Kosanke K., Vemadaf F.B. and Zelm M. Enterprise Engineering And Integration In The Global Environment// Advances in Networked Enterprises, Eds. L. M. Camarinha-Matos et al./ Springer, New York – 2000 – P. 61-70.
27. Liles D.H., Johnson M.E. and Meade L. The Enterprise Engineering Discipline.//Proceedings of the Fifth Annual Industrial Engineering Research Conference. – 1996 – pp.479-484.
28. Martin J. Evolution of a species// Computerworld. April 10, Vol. 29, No. 15 – 1995 – P.37.
29. Martin J. Cybercorp: The New Business Revolution. – NY: Amacom (American Management Association). – 1996 – 326 P. ISBN: 0814403514, 9780814403518
30. Mascardi V., Cordi V., Rosso P. A Comparison of Upper Ontologies.//WOA, 2007 – P. 55-64.
31. Pedersen P.B. Multiculturalism and the Paradigm Shift in Counselling: Controversies and Alternative Futures.//Canadian Journal of Counselling / Revue canadienne de counseling I 2001, Vol. 35:1. – 2001, P. 15 – 25.
32. Sowa J.F. **From Existential Graphs to Conceptual Graphs.**//International Journal of Conceptual Structures and Smart Applications. Volume 1 Issue 1, January 2013. – 2003 – P. 39-72.
33. Stroud D.J. The impact of the new technologies — Permanent paradigm shift or transitory aberration? //Journal of Direct, Data and Digital Marketing Practice (Interactive Marketing), V. 4, No. 2 (Oct 2002). – P. 144–155. doi:10.1057/palgrave.im.4340173
34. Sustainable Development. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. (UN Internet resource). – 41 P. URL: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (дата обращения: 15.10.2016)
35. Timmers P. Business Models for Electronic Markets.// Electronic markets. V. 8, Issue 2. – 1998. – P 3-8.
36. United Nations E-Government Survey 2014. E-Government For The Future We Want.//United Nations, New York. – 2014. – 284 P.
37. United Nations E-Government Survey 2016. E-Government In Support Of Sustainable Development. United Nations, New York. – 2016. – 242 P.
38. Vernadat F.B. The CIMOSA Languages/ In Bernus P., Mertins K. and Schmidt G. Handbook on Architectures of Information Systems. – Springer-Verlag. – 1998. – P. 243-264.
39. Zinder E.Z., Yunatova I.G. Conceptual Framework, Models, and Methods of Knowledge Acquisition and Management for Competency Management in Various Areas. //In P.Klinov and D.Mouromtsev (Eds.): KESW 2013, CCIS 394. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. – 2013 – P. 228-241.

Поступила 21.10.2016

Об авторе:

Зиндер Евгений Захарович, председатель Правления Некоммерческой организации «Фонд поддержки системного проектирования, стандартизации и управления проектами» (НО Фонд «ФОСТАС»), ezinder@fostas.ru.