

УДК 303.064

Цифровая трансформация организаций: методология, стандарты и языки моделирования

С.В. ЕНИН,
руководитель
ОО «Информационное общество»

Я.В. ГЕРАСИМУК,
Белорусский государственный
экономический университет

Выполнен анализ подходов к осуществлению цифровой трансформации через анализ методологий, стандартов и языков моделирования. Предложены системный инжиниринг и архитектурный подход как основа управления цифровизацией. Рассматриваемые подходы применимы для средних и крупных организаций любой отрасли и формы собственности.

Введение. По мере развития вычислительных мощностей, возможностей хранения больших объемов данных, передачи и анализа данных в реальном времени перед современной организацией возникают новые задачи в области управления. На уровне организации требуются разработка соответствующей стратегии цифровизации, обеспечение соответствия международным стандартам, интеграция разнообразных систем и данных для оперативного взаимодействия между различными подразделениями и пользователями на основе единой информационной платформы, повышение квалификации сотрудников организации и т. д.

Цифровая трансформация как таковая затрагивает абсолютно все сферы работы организации, от стратегического планирования до протоколов передачи данных в системах «интернета вещей» (IoT – Internet of Things). Анализ и классификации технологий, позволяющих проводить цифровую трансформацию, посвящено множество публикаций. Такие классификации широко представлены консалтинговыми агентствами Gartner, McKinsey Global Institute, World Economic Forum, Accenture и Deloitte. Среди основных технологий выделяют IoT, большие данные, смешанную реальность, искусственный интеллект и предиктивную аналитику, блокчейн.

Для устойчивого развития организации в любой отрасли является открытым вопрос, как управлять процессом трансформации и последовательно внедрять информационные технологии (ИТ) и технологии любой природы для достижения наилучших бизнес-показателей. Авторы предлагают рассмотреть процесс управления цифровизацией через построение архитектуры организации. В данной

статье представлен обзор наилучших практик моделирования архитектуры организации.

Определение и ценность архитектуры организации. Цифровые технологии предполагают использование электронно-вычислительной аппаратуры, фокусируются на управлении данными, цифровыми платформами, процессами в реальном времени. Под внедрением цифровых технологий понимают процесс цифровой трансформации. В англоязычной литературе в статье авторов João Reis, Marlene Amorim, Nuno Melão и Patrícia Matos [1] проведен анализ 206 статей и материалов конференций за 1968–2017 годы с упоминанием термина «цифровая трансформация» в заглавии, введении или ключевых словах. Авторы выделили три основных аспекта цифровой трансформации:

(1) технологический основан на использовании новых цифровых технологий, таких как социальные сети, мобильные устройства, аналитика или встроенные устройства;

(2) организационный требует изменения организационных процессов или создания новых бизнес-моделей;

(3) социальный – это явление, которое влияет на все аспекты человеческой жизни, например, улучшая качество обслуживания клиентов или предоставляя инструменты коммуникации между компанией и клиентом и выпуск товаров с учетом индивидуальных предпочтений.

Приведенные выше аспекты цифровой трансформации отражаются на функционировании организаций, что требует разработки новых подходов к управлению.

Архитектура организации – это множество логически связанных доменов (данные,

ИТ-инфраструктура, знания, оборудование и т. д.), представляющих ее важнейшие бизнес-процессы и отражающих возможности к интеграции.

Обычно домены архитектуры организации структурно подразделяются на четыре основных взаимосвязанных блока:

бизнес-архитектура определяет бизнес-стратегию, управление, организацию и ключевые бизнес-процессы организации; *архитектура данных* описывает структуру логических и физических активов данных организации и связанных ресурсов управления ими; *архитектура приложений* предоставляет отдельные системы (приложения), способы взаимодействия между ними и их отношения к основным бизнес-процессам и активам организации; *архитектура технологий* описывает оборудование, программное обеспечение и сетевую инфраструктуру, необходимую для поддержки и развертывания критически важных приложений.

Наиболее полное описание необходимости выделения архитектуры организации предложили И. Гонг и М. Янссен [2]. В табл. 1 приведены их основные аргументы.

Таблица 1 – Ценность архитектуры организаций

Категории ценности архитектуры организаций	Описание
Стратегическая и политическая	Обеспечение корпоративного управления и управления соответствием. Содействие принятию решений об инвестициях в ИТ и разработке новых инфраструктур, услуг и т. д.
Трансформационная	Переход от стратегии к реализации проектов и управлению портфелем
Коммуникация	Улучшение коммуникации сверху вниз, а также между бизнесом и ИТ-специалистами
Экономическая	Сокращение затрат на ИТ, снижение эксплуатационных расходов
Связанная с гибкостью и маневренностью	Повышение гибкости ИТ. Повышение маневренности (внимание к потребностям отдельного клиента и повышение скорости вывода на рынок новых продуктов и услуг)
Связанная с интеграцией и совместимостью	Интеграция бизнес-процессов, рассредоточенных по цепочке поставок. Интеграция ИТ-ресурсов в масштабах всего предприятия. Соответствие компетенций сотрудников меняющимся запросам организации
Межорганизационная	Улучшение управления приобретенными и внешними отношениями
Управление знаниями	Содействие обмену знаниями между ИТ-специалистами и бизнес-профессионалами
Другие	Повышение сквозной безопасности за счет полного обзора организации. Обеспечение ориентации на клиента. Обеспечение анализа доступности услуг. Увеличение расходов на новые технологии и инновации. Минимизация дублирования информации

Цифровая трансформация и системная инженерия. Вопросы построения архитектуры организации лежат в области системной инженерии. Множество концептуальных моделей, многоаспектный характер цифровой трансформации организаций позволяют сказать, что цифровая трансформация также подчиняется правилам и принципам системной инженерии. Она имеет

своей целью распространение цифровых технологий, а системная инженерия способна предоставить для этого необходимую основу и инструменты. Современная организация должна рассматриваться сквозь призму системной инженерии как система систем (system of systems), обладающая по своей природе горизонтальной структурой. Сложность инженерии систем масштаба организации обусловлена необходимостью объединить и управлять множеством разнородных систем и процессов, таких как стратегия бизнеса и стратегическое планирование, бизнес-процессы, службы предприятия, административное управление, технические процессы, управление людьми и их взаимодействиями, управление знаниями, информационно-технологическая инфраструктура и инвестиции в нее, управление основными средствами и оборудованием, управление запасами, управление данными и информацией.

Управление системой масштаба организации для реализации ее цифровой трансформации требует новых подходов к описанию и построению архитектуры и стандартизации данных подходов. Для структурирования описания следующего раздела воспользуемся обобщенной эталонной архитектурой предприятия и методологией, предложенной на Международной конференции по технологиям моделирования интеграции предприятий 1997 г. [3].

Предлагаемая структура называется GERAM (Общая образцовая архитектура предприятия и методологии) и представляет собой связь методов, моделей и инструментов, которые необходимы для создания и обслуживания интегрированной организации или ее отдела. Стоит отметить, что в 2006 году вышел стандарт ISO 19439:2006 «Корпоративная интеграция – фреймворк» (Enterprise integration – Framework). В 2008 году появилась его русскоязычная версия – ГОСТ ИСО 19439-2008 «Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия», который является международным стандартом для моделирования предприятия и корпоративной интеграции, разработанным Международной организацией по стандартизации на основе CIMOSA и GERAM. Но для целей исследования он подходит в меньшей мере, поскольку призван обеспечить «единую концептуальную основу для идентификации и координации разработки стандартов моделирования предприятия [4].

Фреймворк GERAM может быть применен ко всем типам организаций. Для проектирования исследования воспользуемся рамочными компонентами GERAM, а именно первыми четырьмя элементами: эталонной архитектурой предприятия, методологиями инжиниринга предприятия, языками моделирования и инструментами:

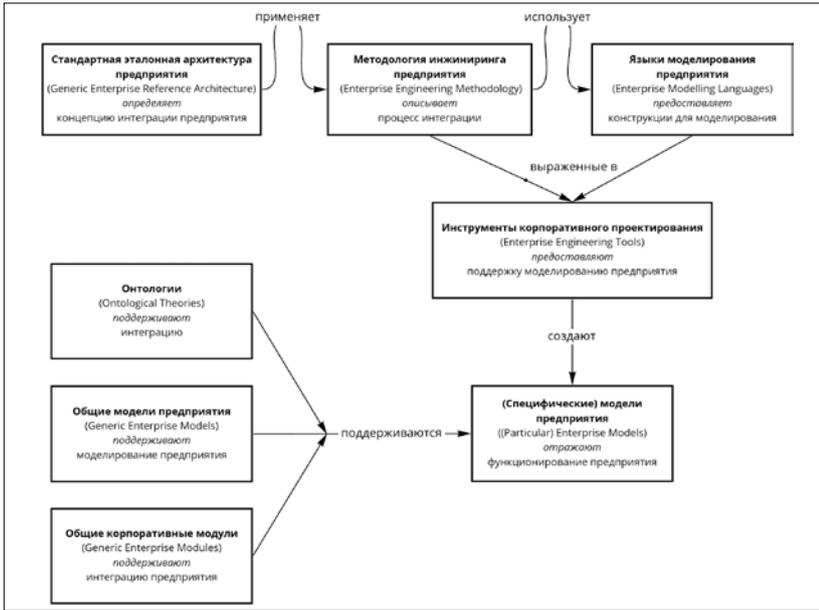


Рисунок 1 – Общая образцовая архитектура предприятия и методологии (GERAM)
 Источник: [17].

Стандарты и эталонные архитектуры описания организации. Стандарты играют важную роль в определении согласованных концепций системного моделирования. Они позволяют осуществлять интеграцию системных объектов в различных дисциплинах, продуктах и технологиях. Стандарты для языков моделирования систем могут обеспечить взаимодействие между дисциплинами, проектами и организациями, они также обеспечивают общую основу для продвижения практики системной инженерии. В табл. 2 представлены основные группы стандартов моделирования. Следует отметить, что

существуют и иные стандарты, например, для проектирования программного обеспечения (ПО), обмена данными, обработки информации и т. д.

Методики описания архитектуры организации. Методики (фреймворки) описания архитектуры организации – это набор стандартов, в которых установлен структурированный подход, принципы и конечные результаты разработки архитектуры системы. Существует множество методик описания архитектуры, которые можно применить к разработке систем, даже если они первоначально разрабатывались не для построения архитектуры организации.

Основными методиками являются:

- Department of Defense Architecture Framework (DODAF) – архитектурный фреймворк Министерства обороны США [5];
- архитектурный фреймворк, предложенный Открытой группой (The Open Group Architecture Framework, TOGAF), – способ описания архитектуры предприятия, который предлагает подход для проектирования, планирования, внедрения ИТ-архитектуры предприятия и управления им [6];
- модель Захмана (the Zachman Framework) [7];
- описание архитектуры для Министерства обороны Великобритании (The British Ministry of

Таблица 2 – Основные группы стандартов моделирования

Языки моделирования для систем	Описательные модели. Данные стандарты применяются к общему описательному моделированию систем	1. Functional Flow Block Diagram (FFBD) (Oliver, Kelliher, and Keegan 1997). 2. Integration Definition for Functional Modeling (IDEFO) (NIST 1993). 3. Object-Process Methodology (OPM) (Dori 2002; ISO 19450 PAS – Publicly Available Specification in progress). 4. Systems Modeling Language (SysML)(OMG 2010a). 5. Unified Profile for United States Department of Defense Architecture Framework (DoDAF) and United Kingdom Ministry of Defense Architecture Framework (MODAF) (OMG 2011e). 6. Web ontology language (OWL) (W3C 2004b)
Стандарты обмена данными	Данные стандарты позволяют обмениваться информацией между моделями	1. Distributed Interactive Simulation (DIS) (IEEE 1998). 2. High-Level Architecture (HLA) (IEEE 2010). 3. Modelica (Modelica Association 2010). 4. Semantics of a Foundational Subset for Executable Unified Modeling Language (UML) Models (FUML) (OMG 2011d)
Модели трансформации	Данные стандарты применяются к преобразованию одной модели в другую для поддержки семантической совместимости	1. Application Protocol for Systems Engineering Data Exchange (ISO 10303-233) (AP-233) (ISO 2005). 2. Requirements Interchange Format (ReqIF) (OMG 2011c). 3. Extensible Mark-Up Language (XML) Metadata Interchange (XMI) (OMG 2003a). 4.Resource Description Framework (RDF) (W3C 2004a)
Общие стандарты моделирования	Данные стандарты предоставляют общие основы для моделирования	1. Query View Transformations (QVT) (OMG 2011b). 2. Systems Modeling Language (SysML)-Modelica Transformation (OMG 2010c). 3. OPM-to-SysML Transformation (Grobstein and Dori 2011)
Другие стандарты моделирования для конкретных областей	Данные стандарты применяются к ПО моделирования и/или разработке встроеного ПО	1. Model-driven architecture (MDA®) (OMG 2003b). 2. IEEE 1471-2000 – Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems (ANSI/IEEE 2000) (ISO/IEC 2007)
	Модели дизайна оборудования. Стандарты применяются к моделированию конструкции оборудования	1. Architecture Analysis and Design Language (AADL) (SAE 2009). 2. Modeling and Analysis for Real-Time and Embedded Systems (MARTE) (OMG 2009). 3. Unified Modeling Language (UML) (OMG 2010b)
	Моделирование бизнес-процессов. Стандарты применяются к моделированию бизнес-процессов	Very-High-Speed Integrated Circuit (VHSIC) Hardware Description Language (VHDL) (IEEE 2008) Business Process Modeling Notation (BPMN) (OMG 2011a)

Defence Architecture Framework, MODAF);

- описание архитектуры федерального предприятия;
- описание архитектуры для НАТО;
- описание архитектуры для казначейства США;
- интегрированная методика описания архитектуры;
- эталонная методика описания архитектуры предприятия университета Пердью.

Методики DODAF, TOGAF и MODAF являются основными методиками описания архитектуры системного уровня. Например, в DODAF после добавления точки зрения «услуг» стала возможной разработка сервисно-ориентированных архитектур. Для каждой точки зрения определяется набор представлений (52 представления, принадлежащие восьми точкам зрения). Для каждого представления имеются различные методы и способы их отображения. Редко бывает так, что архитектура системы содержит все 52 архитектурных представления. При разработке любой крупной системы следует использовать минимальный набор архитектурных представлений.

Например, для Индустрии 4.0 разработана эталонная модель IoT-платформы на основе эталонной архитектурной модели проекта будущего Индустрии 4.0 (RAMI 4.0). Она представляет собой IoT-платформу, к которой подключаются компании для оперативного управления производственными процессами, что обеспечивается обменом информацией в реальном времени [8]. Основными уровнями такой платформы являются:

- поставщики инфраструктуры, обеспечивающие центры обработки данных, облачные технологии и телекоммуникационную инфраструктуру (например, Amazon Web Services, SAP Cloud Platform, LoRa Microsoft Azure);
- поставщики IoT-платформы, предоставляющие платформу с подключенными к ней приложениями (ADAMOS, MindSphere, Bosch IoT suit);
- разработчики приложений и ПО;
- производители оборудования и услуг;
- заводские операторы.

Европейский подход предлагает представление современных организаций (в частности, фабрик будущего) как платформы, которая отличается по типу связи с другими организациями [9]. Данный подход разработан немецкими исследователями и инженерами в рамках европейской концепции фабрик будущего (Factories of the future). Они разработаны на основе RAMI 4.0 – эталонной архитектуры для Индустрии 4.0. Типами таких платформ являются:

автономные интеллектуальные фабрики – цифровые платформы для оптимизированного и устойчивого производства, включая передовые рабочие

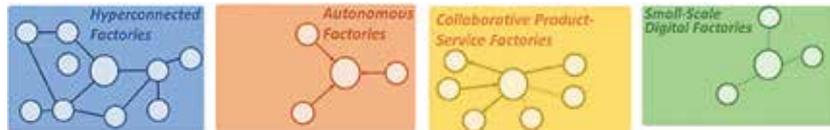


Рисунок 2 – Концепция цифровых платформ в рамках фабрик будущего
Источник: [6].

пространства; *гиперсоединенные фабрики* – цифровые платформы для сетевых предприятий в сложных, динамичных цепочках поставок и сетях стоимости; *совместные фабрики продуктов-услуг* – цифровые платформы для управляемых данными сервисных услуг по продуктам на наукоемких фабриках; *мелкомасштабные фабрики* – цифровые платформы для оцифровки, ориентированной на задачи, с целью устойчивого производства на малых и средних предприятиях.

Данное представление позволяет сделать вывод, что любая организация уже неразрывно связана с другими путем использования цифровых продуктов и платформ. Анализ представления систем в системной инженерии позволяет обозначить, что представление инженерной системы не ограничивается уровнем организации, поскольку ее границы становятся более размытыми. Авторы статьи предлагают добавить понятие «общесистемный уровень», который обозначает связи между предприятиями на уровне взаимодействия систем при принятии бизнес-решений, проектировании и управлении.

Выбор методики проектирования организации обуславливает выбор инструментов описания архитектуры современной организации. Формализация архитектуры организации позволяет проводить анализ и выстраивать плавную и последовательную стратегию изменений.

Языки системного моделирования. Моделирование является основой представления всех методик описания систем. По мере развития программной инженерии возникла формальная методика моделирования, получившая название «структурный анализ и проектирование» (SAAD). Основной принцип проектирования в этом случае – «нисходящий». SAAD стала основой для возникновения унифицированного языка моделирования UML, который предлагает инженерам 13 способов схематического представления различных характеристик системы. Их можно разделить на два класса:

- структурные диаграммы: классов, компонентов, объектов, композитных структур, развертывания, пакетов;
- поведенческие диаграммы: деятельности, вариантов использования, состояний, последовательностей, коммуникации, временные, обзора взаимодействия.

На данный момент развитием UML занимается всемирный консорциум OMG (Object Management Group). UML может применяться для проектирования программ, но несколько ограничен для

использования в программно-аппаратных комплексах, которые являются важной составляющей цифровой трансформации для промышленности. В ходе совместной работы OMG и Международного совета по системной инженерии (INCOSE) было разработано дополнение к UML, получившее название SysML (System Modeling Languages). Основу языка SysML составляют:

- структурные диаграммы: определений блоков, внутренних блоков, параметрические, пакетов;
- диаграммы требований;
- поведенческие диаграммы: деятельности, вариантов использования, состояний, последовательности.

По мере развития UML и SysML, а также методик описания архитектуры организаций возникло новое направление – модели ориентированная архитектура (MDA). MDA содержит набор принципов, концепций и определений моделей, которые позволяют реализовать единый подход к созданию объектных моделей. Идея в том, чтобы использовать модель и метамодель для описания результатов рассмотрения системы. Отдельным языком моделирования архитектуры организации является язык ArchiMate [10], который дополняет методологию TOGAF.

Результатом объединения процессов и принципов программной и системной инженерии стала разработанная в 2007 г. концепция модели ориентированной системной инженерии (Model-Based Systems Engineering, MBSE), которую определяют как формализованное приложение моделирования для поддержки системных требований, проектирования, анализа, проверки и валидации, начиная с этапа концептуального проектирования и продолжая на протяжении всей разработки и последующих этапов жизненного цикла [11]. Основопологающая идея состоит в том, что модель системы разрабатывается на ранних стадиях процесса, эволюционирует вместе с развитием системы и в конечном результате превращается в прототип системы. Важным отличием от традиционных UML- и SysML-подходов является результат деятельности: не документированное представление моделей и архитектур, а реализованное в виде совокупности исполняемых моделей, что позволяет автоматизировать процесс анализа. Поскольку опыта в данной области не так много, ниже представлены некоторые проекты INCOSE MBSE Focus Group:

- Harmony-SE;
- объектно-ориентированный метод системной инженерии INCOSE;
- рациональный унифицированный процесс системной инженерии IBM;
- методология MBSE компании Vitech;
- методология State Analysis компании Jet Propulsion Laboratory.

Однако отдельного внимания заслуживают модели и инструменты моделирования, разрабатываемые в Лаборатории открытых моделей OMiLAB

(Венский университет, Австрия), получившие название «предметно-ориентированное концептуальное моделирование» (domain-specific conceptual modeling). С наступлением цифровой трансформации и появлением таких парадигм, как IoT или Индустрия 4.0, необходимо разрабатывать инновационные системы продуктов и услуг, чтобы поддерживать изменения в способах использования людьми информационных технологий и участия в процессах. Эти изменения связаны с новыми требованиями к методам и инструментам моделирования. Стандарты моделирования (BPMN и UML) ограничены в своей способности справляться с потребностями таких возникающих парадигм по трем причинам:

- во-первых, они нацелены на всеобщую применимость, поэтому такие стандарты разработаны для более высокого уровня абстракции, игнорируя специфические для предметной области аспекты;
- во-вторых, основная ценность стандартов моделирования заключается в их широком распространении и стабильности, поэтому их циклы обновления довольно продолжительны, а обновления в основном являются инкрементными;
- в-третьих, они почти не операционализируют знания, которые кодифицированы в концептуальных моделях.

Таким образом, одним из недавних направлений исследований в области инженерии бизнес-информационных систем является изучение новых предметно-ориентированных языков концептуального моделирования и разработка инструментов моделирования, обеспечивающих их эффективное применение. Концептуальное моделирование стало устойчивой областью исследований в информационных системах. В то же время все больший интерес проявляется к открытости в исследованиях в области инженерии бизнеса и информационных систем [12].

В основе предметно-ориентированного концептуального моделирования лежат метамоделирование, которое позволяет объединить BPMN [13], ER [14], EPC [15], UML [16] и Petri Nets [17] в рамках одного инструмента, и разработка метамodelей, объединяющих другие наборы языков моделирования. В данном подходе модель – это не только условная конструкция, построенная с использованием различных графических форм и основанная на интерпретации человека. Вместо этого каждая модель создается из более высокого понятия абстракции с явно определенной, интерпретируемой машиной семантикой, основанной на таксономии понятий и описательных свойствах, посредством которых определяется терминология языка. Это позволяет обрабатывать модели как по структуре, так и по семантике, включая рассуждения о структуре или доменных свойствах элементов модели, а правила – средствами, специфичными для каждой платформы метамоделирования. Такой подход к метамоделированию объединяет модели со значимыми межмодельными отношениями, которые,

с одной стороны, будут действовать как семантические отношения между концепциями разных языков, а с другой – как гиперссылки, которые поддерживают навигацию по моделям, улучшая таким образом удобство использования и понятность.

Однако даже при наличии обширного каталога моделей и связей их применение на практике ограничено следующими причинами:

- встает вопрос о подготовке специалистов, способных применять метамоделирование;
- учитывая высокую гибкость настройки моделей, все еще неполная адаптация моделей для многообразных целей и нужд организации;
- отсутствие коммерческих приложений, построенных на метамоделировании, что ограничивает их широкое использование на рынке ИТ;
- недостаточно проработанные онтологии для специфических доменов.

Заключение. В статье представлено описание архитектуры организации в условиях цифровой трансформации. Приведены основы ее построения: стандарты, эталонные архитектуры, методологии и языки моделирования. Отражена важность использования инструментов и методов системного инжиниринга для построения архитектуры организации. Введено понятие «общесистемный уровень», необходимое для описания взаимодействия организаций между собой путем использования единых цифровых продуктов и платформ. Проведен анализ существующих языков моделирования, обосновано использование предметно-ориентированного концептуального моделирования как наиболее подходящего инструмента построения архитектуры организации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research / J. Reis [et al.] // Trends and Advances in Information Systems and Technologies: Advances in Intelligent Systems and Computing / Springer International Publishing; eds. Á. Rocha [et al.]. – Cham, 2018. – Vol. 745. – P. 411–421.
2. Gong, Y. The value of and myths about enterprise architecture / Y. Gong, M. Janssen // Int. J. Inf. Manag. – 2019. – Vol. 46. – P. 1–9.
3. ICEIMT⁹⁷ Info Sheet [Electronic resource]. – Mode of access: <https://web.archive.org/web/19990221190103/http://www.mel.nist.gov/workshop/iceimt97/ice-gera.htm>. – Date of access: 11.09.2020.
4. ГОСТ Р ИСО 19439-2008 Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия, ГОСТ Р от 18 декабря 2008 года № ИСО 19439-2008 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://docs.cntd.ru/document/1200075561>. – Date of access: 11.09.2020.
5. DODAF – DOD Architecture Framework, Version 2.02 – DOD Deputy Chief Information Officer [Electronic resource]. – Mode of access: <https://dodcio.defense.gov/Library/DoD-Architecture-Framework/>. – Date of access: 08.09.2020.
6. The TOGAF® Standard, Version 9.2 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://publications.opengroup.org/c182>. – Date of access: 08.09.2020.
7. Zachman, J. A. The Framework for Enterprise Architecture / Zachman International | Enterprise Architecture [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.zachman.com/resources/ea-articles-reference/327-the-framework-for-enterprise-architecture-background-description-and-utility-by-john-a-zachman>. – Date of access: 08.09.2020.
8. Factories of the future: multi-annual roadmap for the contractual PPP under Horizon 2020 [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.effra.eu/sites/default/files/factories_of_the_future_2020_roadmap.pdf. – Date of access: 08.09.2020.
9. Rauen, H. Platform Economics in Mechanical Engineering / H. Rauen. – P. 32. [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_plattformoekonomie_en.pdf. – Date of access: 08.09.2020.
10. ArchiMate® 3.1 Specification [Electronic resource]. – Mode of access: <https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate3-doc/toc.html>. – Date of access: 08.09.2020.
11. Model-Based Systems Engineering (MBSE) (glossary) – SEBoK Draft [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.sebokwiki.org/d/index.php?title=Model-Based_Systems_Engineering_%28MBSE%29_%28glossary%29. – Date of access: 09.09.2020.
12. An Open Platform for Modeling Method Conceptualization: The OMiLAB Digital Ecosystem / D. Bork [et al.] // Commun. Assoc. Inf. Syst. – 2019. – P. 673–679.
13. OMG: The BPMN specification page [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.bpmn.org>. – Date of access: 09.09.2020.
14. Chen, P. The entity-relationship model – toward a unified view of data / P. Chen // ACM Trans. Database Syst. – 1976. – Vol. 1, № 1. – P. 9–36.
15. Software AG: ARIS – the community page [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.ariscommunity.com>. – Date of access: 09.09.2020.
16. OMG: The UML resource page [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.uml.org>. – Date of access: 09.09.2020.
17. Reisig, W. Understanding Petri Nets: Modeling Techniques, Analysis Methods, Case Studies / W. Reisig. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2013.

The analysis of approaches to the implementation of digital transformation through the analysis of methodologies, standards and modeling languages is carried out. System engineering and building an architectural approach as the basis for digitalization management are proposed. The considered approaches are applicable for medium and large organizations of any industry and form of ownership.

Получено 15.10.2020.