



# OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.738.52

## ИНТЕГРАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ WIKI-СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ СЛАБОЙ СВЯЗАННОСТИ ИСТОЧНИКОВ

Галушка И.Н., Оксанич И.Г., Щербак С.С.

*Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского,  
г. Кременчуг, 39600, Украина.*

**ilona.galushka@ya.ru**

В работе рассмотрены технические аспекты совместного применения Wiki-систем с хранилищами триплетов RDF для организации электронного документооборота предприятий с территориально-распределенной структурой, проведен анализ существующих подходов и способов интеграции корпоративных данных и приведена соответствующая классификация. Разработаны способы интеграции корпоративных данных на основе концепции связанных данных предприятия, и идентификации объектов в корпоративных документах, как средства формирования терминологической базы предприятия.

**Ключевые слова:** сервисная шина предприятия; информационное пространство; связанные данные; модель предметной области; семантика; интеграция данных

### Введение

Современные рыночные условия вынуждают предприятия искать новые пути для повышения своей рентабельности, например, путем внедрения высокоэффективных систем электронного документооборота. Подобные внедрения сталкиваются с необходимостью интеграции множества различных источников данных предприятия в единое информационное пространство, компоненты которого связаны между собой единым программным интерфейсом системы электронного документооборота. Зачастую источники между собой не связаны или имеют слабовыраженную связь, что приводит к необходимости решения ряда проблемных задач, нацеленных на повышение уровня связности данных в системе и интеграции существующих источников в согласованное информационное пространство связанных данных предприятия с единой точкой входа и развитыми унифицированными средствами "бесшовного" добавления новых источников.

В последнее время одним из популярных подходов к организации корпоративного электронного документооборота является использование Вики-систем (англ. Enterprise Wiki), наиболее известной представительницей которых является MediaWiki. Эта система лежит в основе всемирно известного источника информации Википедия.

Популярность Wiki-систем обусловлена прежде всего удобным веб-ориентированным многопользовательским интерфейсом для создания и редактирования как структурированной так и не структурированной информации с поддержкой версииности и многоязычности. К сожалению, автоматическая обработка информации в Wiki-системах затруднена из-за отсутствия развитых средств для обеспечения машинного понимания и чтения (англ. Machine readable). Одной из проблем на этом пути является обеспечение терминологической базы для идентификации паттернов объектов предметной области (Про) предприятия в текстах и различных структурированных представлениях документов, например, таблицах, списках. В связи с чем, решение данной задачи в контексте интеграции различных корпоративных источников для организации эффективной работы информационного пространства связанных данных предприятия представляется нам актуальным и целесообразным.

На сегодняшний день информационное обеспечение предприятия часто строится на основе стихийной архитектуры, что подразумевает использование решений и приложений информационных систем от различных поставщиков. В такой архитектуре приложения интегрированы в негибкую инфраструктуру, в рамках которой не действуют унифицированные правила взаимодействия между системами, что приводит к необходимости создания интеграционных компонентов, которые должны быть достаточно адаптивными для

обеспечения эффективной и непрерывной работы предприятия [Завгородний, 2013].

В большинстве случаев предприятия имеют интеграционную архитектуру по топологии «точка-точка», внесение малейших изменений в которую может оказаться трудоемкой задачей, так как система сообщений и технологии, лежащие в основе, могут различаться.

Как правило, средние и большие предприятия состоят из территориально-удаленных подразделений, что требует использования эффективных средств коммуникации [Берко, 2009].

В последнее время, одним из перспективных направлений является построения эффективных систем электронного документооборота на основе слабосвязной архитектуры, что позволяет связать существующие задачи бизнес процессов предприятия единым программным обеспечением для минимизации затрат и увеличения степени интегрированности данных с возможностями организации открытого доступа к ним [Чистякова, 2014].

Целью данной работы является повышение эффективности систем электронного документооборота предприятий путем разработки модели и способа интеграции корпоративных данных на основе Wiki-систем и технологий связанных данных предприятия (англ. Linked Enterprise Data, LED).

В данной работе в качестве источников данных будем рассматривать корпоративные документы, расположенные в Wiki-системах, а в качестве средства обеспечивающего терминологическую базу будем использовать корпоративные онтологии. Ограничение выбранного набора средств решения задачи ни в коей мере не сужает общности исследования данной работы в связи с их унифицированной природой.

## 1. Интеграционные технологии современного предприятия

### 1.1. Классификация технологий интеграции корпоративных данных

Основной целью предприятия является эффективная реализация бизнес-процессов для обеспечения максимальной прибыли. Для достижения этой цели разработан ряд способов и инструментальных средств описания, проектирования и анализа бизнес-процессов, в рамках которых технологии интеграции являются одними из важнейших составляющих. Таким образом, становится актуальным вопрос выбора технологии интеграции среди множества существующих. Рассмотрим виды, уровни и способы интеграции информационных систем, и определим наиболее эффективные интеграционные технологии для предприятий с территориально-распределенной структурой.

В настоящее время выделяют несколько видов интеграции информационных систем (рис. 1) [Франгулова, 2010].



Рисунок 1 - Виды интеграции информационных систем

Информационно-ориентированная интеграция применяется, в основном, когда необходим обмен информацией между несколькими ИС. В процессе работы информационно-ориентированная интеграция использует обычно брокеры сообщений, связывающее программное обеспечение (ПО) (middleware), серверы репликации баз данных и другие технологии, целью которых является распространение информации между несколькими системами. Чаще всего данный вид интеграции используется при интеграции корпоративных приложений (Enterprise Application Integration, EAI) [Франгулова, 2010].

Технология сервисно-ориентированной интеграции опирается на слабосвязную архитектуру ИС, ориентированную на сервисы (Service Oriented Architecture, SOA). Эта технология применяется, когда необходимо совместное использование функций приложения и источников информации.

Сервисно-ориентированная архитектура, позволяет компоновать бизнес-процессы из компонентов, выполняющихся на разных платформах (корпоративных бинов J2EE, компонентов .NET, отдельных приложений), представлять в виде сервисов и повторно использовать в новых бизнес-процессах унаследованные компоненты [Гонтарь, 2013].

Процессно-ориентированная интеграция предоставляет возможность присоединиться к внутренним прикладным процессам каждого приложения, причем таким образом, чтобы не просто использовать его функции, а создать новый или мета-процесс, который и свяжет приложения [Франгулова, 2010]. Особенность использования этой технологии является возможность связывания большого числа разнородных информационных систем, используя при этом их встроенные функции.

В зависимости от подхода интеграции можно выделить следующие уровни: интеграция данных,

интеграция приложений, интеграция бизнес-процессов, интеграция на основе стандартов и интеграция платформ (рис. 2).



Рисунок 2 - Классификация интеграционных уровней и соответствующие им технологии

Интеграция бизнес-процессов (Business Process Integration, BPI) – основана на спецификации реализации и управления процессами обмена информацией между различными системами [Попов, 2013], что позволяет усовершенствовать операции интеграции и оптимизировать расходы в процессе использования ИС. Элементы BPI включают управление процессами, моделирование бизнес- и технологических процессов, которые охватывают различные задачи, процедуры, архитектуры, требования к входной и выходной информации, а также пошаговое разбиение каждого бизнес-процесса [Пушкар, 2010].

Интеграция приложений (англ. Application Integration) осуществляется путем объединения данных или функций одной системы с другой. Передача функций или данных, свойственных какому-либо приложению, в распоряжение другого приложения используется с той целью, чтобы их взаимодействие обеспечило бы выполнение определенной прикладной функции ИС [Аткин, 2010].

Интеграция данных (англ. Data Integration) основана на идентификации и каталогизации данных с целью их дальнейшего использования.

Успешная реализация интеграции бизнес-процессов и приложений на двух предыдущих уровнях зависит от того, как будут интегрированы в системе данные, принадлежащие разным источникам данных, в том числе баз и хранилищ данных. На этом уровне данные необходимо идентифицировать, каталогизировать и построить модель метаданных [Росинский, 2012].

Интеграция на основе стандартов (англ. Standards of Integration) основана на использовании стандартных форматов данных, таких как JSON, XML. В рамках такого подхода интеграция осуществляется на основе интеграционных схем на одном из языков описания данных, например, XML Schema [Арсеньев, 2001].

Интеграция платформ (англ. Platform Integration) касается процессов и инструментов, с помощью которых системы могут осуществлять безопасный и оптимальный обмен информацией. Обычно используется для завершения интеграции систем, формирования базовой архитектуры аппаратного и программного обеспечения и интеграции территориально-распределенных частей гетерогенной сети [Франгулова, 2010].

При межведомственной интеграции (англ. Interdepartmental Integration) заинтересованные в информационном обмене потребители заключают соглашения, определяющие состав данных, технологические, технические, организационные и экономические аспекты взаимодействия. В соответствии с регламентами ведомства передают часть своей информации в смежные ведомства, которые преобразовывают ее в соответствии с собственной терминологией и системой классификации. Часть информационных потоков являются однонаправленными, например, при формировании статистических отчетов), а часть – двунаправленными, ориентированных на взаимодействие запрос-отчет по запросу [Шаппелл, 2008].

Каждый подход имеет свои сильные и слабые стороны, но на практике используется комбинация различных подходов в зависимости от исходных условий и текущего уровня применения интеграционных средств и способов.

Проведём классификацию существующих способов интеграции.

По времени запуска:

1. Реального времени – если данные должны быть обновлены немедленно после изменений.
2. Отложенная – если процесс синхронизации данных запускается по какому-либо событию во времени или по расписанию.

По способу анализа информации:

1. По текущему состоянию – сравнение записей одной таблицы с записями другой, и на основании этого принимается решение о синхронизации,
2. Дельта-репликация – если в базе данных предусмотрен журнал вносимых изменений, и

алгоритм репликации переносит изменения по дельтам изменений, накопленным в журнале.

По направлению интеграции:

1. Односторонняя – если данные изменяются только в одном приложении, а в другой данные только хранятся и не подвергаются изменениям.

2. Многосторонняя – если данные могут изменяться и вводиться во всех приложениях.

По уровню интеллектуального анализа:

1. Синтаксическая интеграция. Основывается на внешнем сходстве объединяемых данных.

Например, при объединении двух таблиц мы предполагаем, что в поле «№ договора» все записи имеют схожий формат «Договор № 3». Однако если в одной таблице в этом же поле дополнительно указывается дата договора «Договор № 1 от 17.01.2015», а в другой таблице выделено отдельное поле «Дата», необходимо обеспечить интерпретацию данных из одного вида в другой.

2. Семантическая интеграция. Основывается на сравнении данных на содержательном уровне.

Данный подход предполагает передачу вместе с данными также и их описание – метаданные. Этот тип интеграции основывается на знании и учёте природы данных. Основой семантической интеграции стала реализация онтологического подхода. При этом связь между элементарными единицами данных осуществляется в соответствии с их определением в корпоративной онтологии [Берко, 2009].

С учетом вышесказанного для интеграции корпоративных данных применим подход, ориентированный на использование корпоративной онтологии, в которой расположена большая часть доменной терминологии (терминологии ПрО), используемой предприятием.

## 1.2. Способ интеграции корпоративных данных в условиях слабой связности источников

Интеграция корпоративных данных заключается в последовательном выполнении нижеперечисленных этапов:

1. Формирование первичной системы типов связанных данных предприятия в виде корпоративной онтологии

2. Формирование первичной онтологической базы знаний предприятия в виде наборов квад-четырёхэлементных структур для описания графов связанных данных, путем составления синонимических рядов терминов, используемых на предприятии, и установления соответствия с типами корпоративной онтологии.

3. Подготовка типовых корпоративных документов и формирование на их основе терминологической базы путем выделения наиболее часто встречающихся терминов и выявления известных на основе корпоративной онтологии с учетом базы стоп-слов, исключающих добавление незначимых терминов.

4. Идентификация объектов в корпоративных

документах и формирование схемы связанных данных корпоративного документа.

5. Формирование индекса связанных данных информационного пространства предприятия

Общая схема взаимодействия компонентов подсистемы интеграции системы электронного документооборота представлена на рис.3

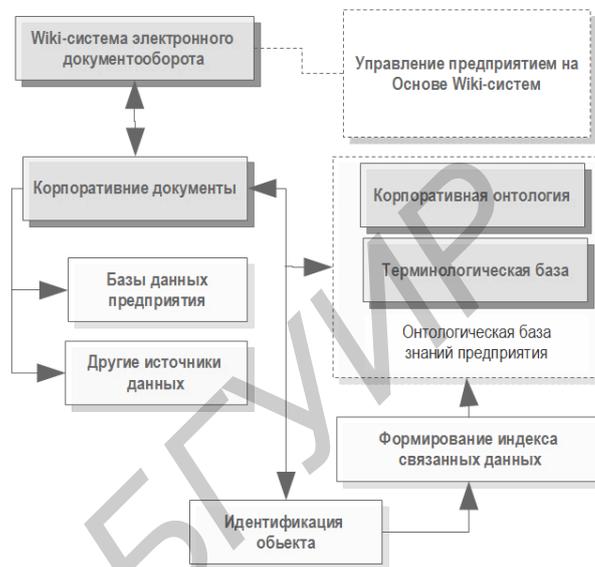


Рисунок 3 - Интеграция корпоративных данных

Рассмотрим более подробно составляющие этапы способа интеграции корпоративных данных.

На первом этапе администратор системы с специалистом предметной области формируют первичные знания о предметной области в виде системы типов связанных данных, определяя основные объекты и связи между ними.

На втором этапе формируется универсальное множество синонимов терминов, используемых в корпоративных документах, со спецификацией синонимических рядов.

На третьем этапе, спецификации объектов и отношений схемы связанных данных используются для определения соответствующих им терминов и структурных образований, идентификация которых может быть осуществлена. В работе в качестве таких образований рассматриваются внедренные в документы таблицы и списки.

Далее, с целью определения положений этапа идентификации объектов, рассмотрим понятие корпоративного документа и разработаем соответствующую ему математическую модель.

Определение 1. Корпоративный документ – это иерархически организованный документ, представляющий собой множество вложенных заголовков, каждый из которых состоит из множества текстовых фрагментов, подзаголовков, таблиц, изображений, объединенных общим контекстом.

Замечание 1. Корпоративные документы относятся в большинстве случаев к классу слабоструктурированных документов.

Замечание 2. С учетом ориентации работы на использование результатов исследований в wiki-ориентированных системах электронного документооборота, то расширим набор используемых структурных компонентов семантическими аннотациями терминов, поддерживающимися расширениями Wiki-систем Semantic MediaWiki.

Формализуем понятие корпоративного документа.

Пусть  $Doc$  – корпоративный документ,  $H$  – множество вложенных заголовков,  $G$  – контекст документа,  $L$  – множество списков и таблиц документа,  $I$  – множество изображений,  $P$  – подзаголовки,  $W$  – семантические аннотации, то в соответствии с определением 1 с учетом замечания 1 и 2 корпоративный документ может быть представлен следующим выражением:

$$Doc = \langle H, G, L, I, P, W \rangle \quad (1)$$

Замечание 3. В работе под понятием множества во всех случаях без исключения подразумевается конечное множество элементов.

Замечание 4. Корневой заголовок документа, даже при его отсутствии рассматривается в работе как существующий для организации единой точки доступа к содержимому документа при его обработке.

Замечание 5. Списки в работе рассматриваются как одноколоночные таблицы, что не сужает ни в коей мере общности рассуждений.

Таким образом, математическую модель корпоративного документа, согласно определения 1, с учетом замечаний 1-5 представим выражением 1.

На основе выше представленной модели корпоративного документа разработаем способ идентификации объектов в корпоративных документах.

Пусть  $A = \{a_1, \dots, a_n\}$  – терминологическая база предприятия, полученная в результате предобработки типовых документов предприятия и состоящая из  $n$  терминов,  $B = \{b_1, \dots, b_k\}$  – набор из  $k$ -стоп-слов, причем  $A \cap B = \emptyset$ ,  $S = \{S_1, \dots, S_m\}$ , где  $S \subset S^U$  – синонимический ряд термина  $a \in A$ ,  $S^U$  – множество всех синонимических рядов, тогда преобразование терминологических наборов в онтологическую базу знаний подразумевает установление соответствия между термином терминологического набора и типом онтологической базы знаний, что может быть выражено с помощью следующего отображения  $\varphi_1$ :

$$\varphi_1 : A \xrightarrow{s} T^U \quad (2)$$

Определим спецификацию типа объекта  $t$ , являющегося элементом универсального множества

типов  $T^U$ , используемого в выражении 2, с помощью следующего выражения:

$$\forall t \in T^U : t = \langle S, R, I \rangle \quad (3)$$

где  $S$  – синонимический ряд термина, соответствующего типу объекта предметной области  $t$ ,  $R$  – конечное множество отношений, характерных для данного типа,  $I$  – множество объектов типа  $t$ .

С учетом выражения 3 расширение синонимичного ряда соответствующего термину объекта представим как процесс добавления различных терминов с соответствующими им синонимическими рядами к объектам типа  $t$  с помощью выражения 4:

$$S^t = S^t \cup [S_1 \cup \dots \cup S_p] \quad (4)$$

где  $S^t$  – синонимический ряд термина объекта  $t$ -го типа, причем  $S^t \subset S \subset S^U$ ,  $S^U$  – универсальное множество синонимических рядов терминов предприятия.

В качестве программной реализации предложенных в статье модели и способов была использована система Semantic MediaWiki, а в качестве онтологической базы знаний предприятия использовался Openlink Virtuoso с встроенным RDF-хранилищем (англ. Resource Description Framework).

## Заключение

В работе рассмотрены интеграционные технологии в контексте решения задач повышения рентабельности и эффективности электронного документооборота предприятия.

Рассмотрены технические аспекты совместного применения Wiki-систем с хранилищами триплетов RDF для организации электронного документооборота предприятий с территориально-распределенной структурой.

Получила дальнейшее развитие классификация подходов и способов интеграции корпоративных данных в рамках лоскутной автоматизации предприятий.

Предложена математическая модель корпоративного документа в виде графа связанных данных, которая в отличие от существующих поддерживает распределенное хранение и гипертекстовые семантические аннотации структурных компонентов, что позволяет обеспечить формальную основу для описания процесса интеграции корпоративных данных территориально-распределенных предприятий.

Получил дальнейшее развитие способ интеграции корпоративных данных в условиях структурной неопределенности и слабой связности источников, который в отличие от существующих позволяет добавлять новые источники данных без изменения общего алгоритма интеграции за счет

настройки критериев интерпретации структурных и семантических компонентов документов.

Предложен способ идентификации объектов в корпоративных документах на основе онтологического подхода, который позволяет формировать и расширять терминологическую базу в соответствии с системой типов, используемой на предприятии.

Рассмотрены практические аспекты реализации программных систем интеграции корпоративных данных на основе предложенных в работе моделей и способов.

## Библиографический список

[Завгородний, 2013] Завгородний В. В. Информационная технология разработки специализированной СППР оперативного управления производством полупроводниковых изделий / В. В. Завгородний, И. В. Шевченко, В. Ф. Шостак, С. С. Щербак // Вісник Академії митної служби України. Серія: "Технічні науки". 2013 – № 1. – С. 69–76.

[Берко, 2009] Берко А.Ю. Способы та засоби семантичної інтеграції даних / А.Ю. Берко // Інформаційні системи та мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2009 – № 653. – С. 190–199.

[Чистякова, 2014] Чистякова И.С. Онтолого-ориентированная интеграция данных в семантическом вебе / И.С. Чистякова // Проблеми програмування. 2014. – № 2.–3. – С. 190–196.

[Франгулова, 2010] Франгулова Е. В. Классификация подходов к интероперабельности информационных систем / Е. В. Франгулова // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. – № 2. – С. 176–180.

[Гонтарь, 2013] Гонтарь Н.А. Модель семантической сервис-ориентированной архитектуры / Н.А. Гонтарь // Наукові праці ДонНТУ. Сер.: "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка". 2013 – № 1. (17) – С. 68–73.

[Попов, 2013] Попов В.А. Способ построения интегрированной системы управления предприятием на основе принципов непрерывного улучшения бизнес-процессов / В.А. Попов, А.В. Котляров // Авіаційно-космічна техніка і технологія. 2013 – № 2. (37) – С. 144–151.

[Пушкар, 2010] Пушкар А.И. Изменения бизнес-процессов предприятий по созданию и реализации информационных продуктов и услуг в интернет-среде / А.И. Пушкар, С.А. Назарова // Системи обробки інформації. 2010 – № 7 (88) – С. 167–173.

[Аткин, 2010] Аткин А. Интеграция ИТ: основные понятия и технологии / А. Аткин // Информационные технологии в экономике, управлени и образовании. 2010 – С. 284–289.

[Росинский, 2012] Росинский В.В. Обеспечение интеграции данных в корпоративных информационных системах на основе прогрессивных WEB-технологий / В.В. Росинский // Вісник ДУИКТ. 2012 – Т.10, №1. – С. 87–94.

[Арсеньев, 2001] Арсеньев Б. П., Яковлев С. А. Интеграция распределенных баз данных. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 464 с.

[Шаппелл, 2008] Шаппелл Д. ESB – Сервисная шина предприятия: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 368 с.

[Лис, 2010] Лис К. П. Онтологическая интеграция данных моделирования для управления сервисно-ориентированной ИТ-инфраструктурой // Материалы 6-й международной конференции СпбГУЭФ. – Спб: Изд-во СпбГУЭФ. – 2010. – 62-67с.

[Андон, 2006] Андон П. Проблеми побудови сервіс-орієнтованих прикладних інформаційних систем в semantic web середовищі на основі агентного підходу / П. Андон, В. Дерещкий // Проблеми програмування. 2006 – № 2.–3. – С. 493–502.

[Глибовец, 2013] Глибовец А.Н. Семантическая паутина и WIKI-системы / А.Н. Глибовец, Н.Н. Глибовец, Д.Е. Покопцев, М.О. Сидоренко // Проблеми програмування. 2013 – №1. – С. 45–67.

[Андон, 2006] Андон П. Проблеми побудо- ви сервіс-орієнтованих прикладних інформаційних систем в semantic Web

середовищі на основі агентного підходу / П.Андон В. Дерещкий // Проблеми програмування. – 2006. – № 2-3. – (спец. вип.). – С. 493–502.

[Боркус, 2006] Боркус Владислав. Способы и инструменты интеграции корпоративных приложений: Отчет/ RC Group.– М.: RC Group, 2006.– 13 с.

[Гудов, 2006] Гудов А.М. Интеграция распределённых приложений при помощи системы электронного документооборота. / А.М.Гудов, С.Ю. Завозкин // Труды международной конференции "Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании". II том – Павлодар: ТОО НПФ "ЭКО", 2006.

[Росинский, 2010] Росинский В. В. Способы и средства интеграции в CRM-системах / В. В. Росинский // Системные технологии. – 2010. – №6(71). – С.197–207.

[Вавилов, 2011] Вавилов К. П. Web-интеграция корпоративных систем / К. П. Вавилов. // Информационные технологии моделирования и управления. – 2011. – №3(68). – С.341-347.

## ENTERPRISE DATA INTEGRATION METHODS UNDER CONDITIONS OF LOW SOURCES RELATEDNESS

Galushka I.M, Oksanich I.G., Shcherbak S.S  
*Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyy National University,*  
ilona.galushka@ya.ru

Technological aspects of the integrated use of Wiki-systems and RDF triplestore for organization of enterprise e-document workflow with geographically distributed structure were considered, existing approaches and methods for integrating enterprise data were analyzed and relevant classification was given.

### Main Part

We propose a model of corporate document as the main source of linked data in business processes. We have developed a method for enterprise data integration based on the linked enterprise data concept and propose a method for identifying objects in corporate documents as a means of forming enterprise term base.

Integration technologies in the context of efficiency increasing of enterprise e-document workflow were considered.

Technological aspects of integrated use of Wiki-systems and RDF triple stores for organization of enterprise e-document workflow with geographically distributed structure were considered.

The classification of approaches and methods of enterprise data integration within patchwork automation of enterprises got further development.

### Conclusion

The mathematical model of corporate document in the form of linked data graph was proposed; as opposed to the existing models, it supports distributed storage and hypertext semantic annotations of structural components that allows providing formal base to describe a process of enterprise data integration of enterprises with geographically distributed structure.

Practical aspects of enterprise data software systems implementation based on the proposed models and methods are considered.