

УДК 004.9

DOI: 10.25559/SITITO.14.201802.446-461

РАЗРАБОТКА И ИМПЛЕМЕНТАЦИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ BUSINESS INTELLIGENCE НА УРОВНЕ КОММЕРЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ «SAIDAL»

Л. Мекид

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва, Россия

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A CONCEPTUAL INFORMATION SYSTEM "BUSINESS INTELLIGENCE" MODEL OF A PHARMACEUTICAL COMPANY'S "SAIDAL" COMMERCIAL SERVICE

Lyes Mekid

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

© Мекид Л., 2018

Ключевые слова

Информационная система; поддержка принятия решений; Business Intelligence; хранилище данных; многомерное моделирование; OLAP; информационные панели.

Аннотация

Динамичный характер современной бизнес-деятельности, постоянный рост и усложнение информационных потоков вынуждают компании обращаться к наиболее совершенным средствам работы с информацией, одним из таких средств являются инструменты Business Intelligence (BI), предоставляющие набор методов, инструментов и технологий для эффективной поддержки принятия управленческих решений. В статье рассматривается процесс разработки и имплементации концептуальной модели так называемой «легкой» системы BI, охватывающей небольшое число бизнес-единиц, имеющей относительно невысокую стоимость с точки зрения времени реализации и материальных ресурсов и не требующей продвинутых инструментов реализации, на примере коммерческой службы алжирской фармацевтической компании Saidal. С учетом специфики субъекта исследования идентифицированы потенциальные пользователи системы и бизнес-процессы для моделирования. В качестве основы реализации хранилища данных как базового элемента системы был использован инкрементальный гибридный метод, позволивший учесть как потребности пользователей, так и имеющиеся источники данных при использовании в качестве последних реляционных таблиц и ER-диаграмм. Построение хранилища реализовано с помощью инструментов многомерного моделирования на базе схемы звезды. Сконструированы два OLAP-куба, формализован процесс загрузки данных в хранилище. Использование диаграмм ER, созданных с помощью языка UML, позволило разбить систему на модули, соответствующие потенциальным пользователям системы, и создать удобные и интуитивно понятные интерфейсы для каждого из них, предоставляющие возможность мониторинга, анализа и оценки результатов бизнес-деятельности коммерческой службы компании, а также стратегического планирования. При определении показателей эффективности был использован предложенный А. Фернандесом метод GIMSI. В части имплементации полученного решения определены технические средства его реализации, адекватные имеющимся в компании ресурсам.

Keywords

Business Intelligence; Information system; data warehouse; multidimensional modeling; OLAP; dashboards.

Abstract

The Dynamic nature of modern business operations, the constant growth and the complexity of the data flows companies to turn to the most advanced data processing means, one of these tools is the Business Intelligence (BI) tool: offering a range of methods, tools and technologies for efficient management decision support. Through the example of the Algerian pharmaceutical company Saidal this article dwells on the development and implementation process of the conceptual model of a so called "light" BI system that covers few business units, has a relatively low value in terms of implementation time and material resources, and requires no advanced implementation tools. With consideration of specific features of its subject, the study identifies potential system users and business processes to be modeled. Data ware-

Об авторе:

Мекид Лес, аспирант, кафедра информатики, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова (117997, Россия, г. Москва, Стремянный переулок, д. 36), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3753-1318>, lyesmekid@gmail.com



house as a fundamental system element was implemented on the basis of the incremental hybrid method, allowing to consider both needs of users and available data sources, the latter are formed by relational tables and ER diagrams. The warehouse is designed with the use of multidimensional modeling tools based on a star schema. Two OLAP cubes were designed, and the process for data import in the data warehouse was formalized. Application of ER diagrams developed with the use of UML language enabled subdividing the system into modules corresponding to potential end-users, and creating user-friendly interfaces for each of them that provide for monitoring, analysis and evaluation of business results of the company commercial service, as well as for strategic planning. Efficiency factors were determined by GIM-SI method proposed by A.Fernandez. Respecting the implementation of the obtained solution, the study defines technical means for its realization that are adequate to the resources available to the company.

1. Введение

С ростом сложности и агрессивности бизнес-среды информация становится не столько средством познания, сколько основным сырьем экономики, надлежащая обработка которого является основным параметром успеха компании. Развитие информационных и коммуникационных технологий позволяет осуществлять манипулирование имеющимися бизнес-данными, однако в условиях растущего объема информационных потоков выделение полезных с точки зрения стратегического управления сведений по-прежнему остается актуальной задачей, от решения которой зависит скорость и адекватность реагирования компании на изменение бизнес-окружения и тем самым ее конкурентоспособность [1-3]. В этих условиях действенную помощь менеджерам способны оказать технологии Business Intelligence (BI) – набор средств для сбора, интеграции и анализа данных с целью обеспечения процесса принятия решений высококачественной информацией и новыми аналитическими бизнес-идеями [4-8]. Основными причинами растущего спроса на эти инструменты, кроме усиливающейся конкурентной борьбы на рынке, является рост и усложнение потребительских запросов, а также необходимость обнаружения содержащегося в имеющихся данных скрытого информационного потенциала [5]. Опыт показывает, что правильно разработанная стратегия не всегда гарантирует результативность, необходим непрерывный мониторинг процесса ее реализации и эффективное использование бизнесом имеющейся информации [9-14]. За счет внедрения BI-системы, благодаря постоянной трансформации поступающих данных в емкие и содержательные ключевые бизнес-показатели, достигаются такие результаты, как реализация не только текущего, но и научно обоснованного прогнозного анализа, оптимизация процессов принятия решений, ускорение процессов подготовки отчетов, повышение качества сведений и удовлетворенности сотрудников и клиентов [15-17]. В этом контексте «актуальность внедрения систем BI не ослабевает, а только усиливается»¹.

Однако, несмотря на все преимущества BI, процент успешных проектов в корпорациях и на предприятиях по-прежнему пренебрежительно мал [18]. Основными причинами, по которым реализованные системы BI не всегда достигают поставленных перед ними целей, являются слабая связь их инструмен-

тов с корпоративной стратегией и с бизнес-процессами [19-23], в результате чего информация оказывается недостаточно востребованной в последние [19; 20; 10; 24; 25], не попадает к нужным пользователям в нужный момент, а также недостаточные навыки персонала, связанные с высокой сложностью предлагаемых решений. Кроме того, исследования в области систем BI по-прежнему фрагментированы и разрежены [26; 27]. Целью данного исследования является разработка и техническая имплементация концептуальной модели системы поддержки принятия управленческих решений BI для коммерческой службы одного из предприятий алжирской фармацевтической компании Saidal, производящей медикаменты и вакцины для широкого круга потребителей. Предлагаемое нами решение относится к классу «легких» BI-систем [28], не требующих продвинутых методов разработки и специальных навыков персонала, а также значительных ресурсов для реализации. Необходимость внедрения подобного инструмента вызвана, с одной стороны, недостаточной эффективностью действующей системы обработки информационных потоков компании, с другой – падением объема продаж в условиях экономического кризиса. Жесточайшая конкуренция на рынке медикаментов вынуждает предприятие обращаться к наиболее современным технологиям, чтобы повысить продуктивность и сохранить свою долю рынка. В настоящее время аудит продаж компании осуществляется системой IMS (Industriér Médical Service)², предоставляемые последние данные являются слабоорганизованными и не всегда быстро и легкодоступными, поскольку разбросаны по множественным носителям и извлекаются вручную, в результате значительная часть данных остается неиспользованной, кроме того, они не позволяют хранить информацию в течение более чем двух лет, что затрудняет анализ рынка и разработку моделей и прогнозов. Задачами интегрирования технологий BI в деятельность компании являются обеспечение менеджерам постоянного, быстрого и безопасного доступа к бизнес-данным для анализа и принятия решений, контроль за информационными потоками, а также расширение и обогащение показателей деятельности для различных подразделений компании.

1 SmartPLS: Product [Электронный ресурс] / С.М. Ringle, S. Wende, J.-M. Becker. SmartPLS 3. 2015. URL: <http://www.smartpls.com> (дата обращения: 12.04.2018).

2 IMS ALGERIE – Industrie Médical Service [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ims.dz> (дата обращения: 12.04.2018).



2. Определение системы Business Intelligence

Существует множество определений системы Business Intelligence (BI) [29-37], их можно подытожить как набор средств для поддержки аналитического процесса (хранилища данных, интеллектуального анализа, цифровых информационных панелей), его инструментами является программное обеспечение, установленное, настроенное и используемое в компании, т.о., BI решение – это совокупность технологий, программного обеспечения и процедур, обеспечивающих достижение целей системы и призванный прогнозировать изменения и тенденции, способные повлиять на ближайшее или отдаленное будущее компании [18; 35; 27]. Система BI осуществляет «анализ оперативных данных из операционной системы компании. Эти данные преобразуются в ориентированные на менеджера и проанализированные с помощью различных манипуляций» [38]. По Р. Кимбаллу, общие задачи, которые призвана решить BI- система, это быстрый и простой доступ к информации, ее целостность, достоверность и качественность, адаптация к изменениям внутренних и внешних факторов, своевременность предоставления информации для оперативного реагирования, ее защита, а также преобразование неструктурированной массы данных в значимые для менеджеров сведения [39]. BI-платформа дает возможность получать регламентированные отчеты, осуществлять запросы ad-hoc, эффективно визуализировать данные [40] и пользоваться управляющими панелями, выполнять многоаспектный анализ данных предметной области, выявлять скрытые бизнес- связи и закономерности. Дополняя имеющийся в компании комплекс программных средств, она в режиме реального времени получает из них данные и преобразует их в значимые для менеджеров сведения, создавая базу для детального анализа как позитивных, так и негативных внешних и внутренних факторов, определяющих стратегию и тактику бизнеса. Современные системы BI отличаются от более ранних форм поддержки принятия решений [20; 41] тем, что включают систематическую интеграцию, агрегирование и управление структурированными и неструктурированными данными во все более реальном времени [42; 43] имеют дело со значительными и постоянно растущими объемами данных, могут быть реализованы на постоянно растущих вычислительных мощностях (включая технологии in-memory) [44], создают новые возможности для интеллектуального анализа данных (data mining), а также для мониторинга информации и ее доставки.

Генерируемые бизнесом и поступающие из разнородных и распределенных оперативных источников сведения после прохождения процесса ETL [45-47], т.е. экстракции, преобразования и загрузки, закладываются в хранилище, основным типом которого для систем BI является многомерное хранилище Data Warehouse, позволяющее осуществлять обработку и анализ большого количества многомерных данных в интерактивном режиме инструментами On-Line Analytical Processing (OLAP) [48-52]. Среди моделей данных, предложенных для ОЛАП, наиболее распространенной является схема звезды [4; 53], на концептуальном уровне представляющая собой данные по субъектам анализа (фактам) и осям анализа (измерениям), а на логическом уровне потенциально реализуемая на различных типах баз данных. На физическом уровне эта схема может быть имплементи-

рована различными способами при условии соответствия процедуры двенадцати правилам оценки, сформулированным Коддом [54] (многомерность, прозрачность (транспарентность), возможность доступа и т.п.). Кроме многомерной модели, для OLAP-анализа необходим набор операторов, помогающих агрегировать информацию (Drilldown, Rollup), фильтровать результаты анализа (Slice, Dice) и изменять его оси (Pivot). Кимбалл [55] отмечал, что основные преимущества модели ОЛАП заключаются в ее простоте и понятности, позволяющей пользователям эффективно манипулировать большим количеством сложных данных. Средствами презентации для системы BI выступают специально разработанные приложения, как простые (Tableau de bord (предназначенные и для отчетности, и для стратегического управления), Key Performance Indicators), так и более сложные и совершенные (Data Mining) для углубленного анализа данных, позволяющие конечным потребителям легко и селективно визуализировать информацию и работать с ней.

3. Построение хранилища данных

Создание системы BI начинается с анализа структуры и организации бизнес-деятельности исследуемого объекта [56], в данном случае коммерческой службы одного из предприятий государственной алжирской фармацевтической компании, а именно завода по производству антибиотиков г. Медеа³, реализующего свою продукцию через три бизнес-группы, охватывающие всю территорию страны. Бизнес-группы подразделяются на специальные подразделения с аффертивными к ним торговыми делегатами, осуществляющими непосредственный контакт с покупателями, в том числе потенциальными, для каждого из делегатов специфицирован определенный вид медикаментов. После реализации данного этапа начинается создание основного элемента искомой системы, хранилища данных Data Warehouse (DW).

Существующие методы к разработке DW с точки зрения парадигмы основываются на двух подходах [57-60]. Первый, предложенный Р. Кимбаллом, ставит во главу угла ориентацию на аналитические требования к системе (подход demand-driven) [55, 61-67], второй ориентируется на источники данных (подход Б. Инмонна, или Supply-driven) [68-73]. Выделяются также гибридные методы [74-84], объединяющие оба подхода. Кроме парадигмы, методы дифференцируются по способу реализации, по наличию предварительных условий в части исходных данных, по требованиям к уровню абстракции как этих данных, так и полученных схем, по требованиям к типу источников исходных данных, способу анализа последних и модели его формализации, по форме представления требований, по способу валидации модели, а также по ее имплементации [59]. При выборе парадигмы следует иметь в виду, что ненадлежащий учет аналитических потребностей пользователей при построении хранилища приводит в конечном итоге к непродуктивности реализуемого решения, поскольку менеджеры не получают интересующей их информации. Однако, во-первых, источники данных априори содержат скрытый потенциал для анализа, который может быть выявлен только при их включении в процедуру разработки многомерных схем, во-вторых, игнорирование источников может повлечь за собой создание «пустого» хранилища, поскольку в исходных данных может просто не оказаться информации для

3 SAIDAL GROUPE [Электронный ресурс]. URL: <http://www.saidalgroup.dz> (дата обращения: 12.04.2018).



его заполнения. Таким образом, большинством экспертов [57-60] наиболее эффективным методом построения хранилища данных в настоящее время признается гибридный, объединяющий два предыдущих подхода и обеспечивающий, с одной стороны, реализацию продуктивного, отвечающего интересам пользователей хранилища, с другой – охват информационного потенциала исходных данных и гарантию его заполнения. Здесь, в свою очередь, можно выделить инкрементальные методы, т.е. независимое изучение потребностей и фактов и последующее объединение результатов, и чередующиеся, когда при параллельном взаимосвязанном осуществлении анализа результаты постоянно сверяются и корректируются.

Поскольку создаваемая нами система относится к классу «легких» BI, не требующей продвинутых методов реализации, для построения хранилища, соответствующего потребностям бизнеса, оказалось достаточно использования инкрементального гибридного метода, в основу которого лег опирающийся на базовые шаги подхода Кимбалла инструмент, предложенный Л. Кабибо и Р. Торлоне [78]. Метод предусматривает углубленный анализ источников данных, не предлагая формальных правил выведения многомерных параметров, процесс реализуется вручную на основе выявленных потребностей пользователей и является в значительной степени интуитивным, поэтому метод можно отнести к гибридным. После определения многомерных параметров каждый факт представляется как сущность, далее на базе источников данных выводятся измерения. Помимо учета источников данных, выбор метода объясняется малым количеством витрин данных, отсутствием необходимости оперирования данными весьма значительного объема либо сложности и потребности в углубленном интеллектуальном анализе, относительной простотой реализации, не требующей специальной компетенции пользователей. В соответствии с выбранным подходом можно выделить следующие этапы реализации хранилища: идентификация субъектов будущей БИ, определение их функций и потребностей в анализе на базе ER-диаграмм, выявление и изучение источников данных, формулирование аналитических требований к системе, их обработка и валидация во взаимосвязи с источниками данных, выбор объекта моделирования, определение фактов, уровней их гранулированности и содержания каждой записи, выбор измерений, установление мер и агрегатов.

Исходным шагом процедуры является установление и распределение по уровням иерархии всех субъектов потенциально-взаимодействия с исковой системой, поскольку, с одной стороны, их интересы должны быть учтены для обеспечения продуктивности разрабатываемого решения, с другой – они в то же время являются источниками данных системы. Первый, высший уровень заняли генеральная дирекция и оперативное управление, второй – финансовая и коммерческая дирекции, третий – куратор бизнес-групп, четвертый – торговый представитель, осуществляющий непосредственный контакт с реальными и потенциальными покупателями. В качестве методов определения потребностей [85; 86; 65] были использованы опросы задействованных в компании менеджеров всех уровней и проведение собраний с потенциальными пользователями, функции последних и цели использования ими системы были

отражены посредством ER – диаграмм (см. раздел разработки клиентских приложений). Процесс изучения источников данных осуществлялся параллельно с определением требований пользователей, в качестве источников данных для системы были определены сведения по продажам из системы IMS, список медикаментов Sidal, плоские файлы из распределенных баз данных компании. Большое число таблиц и высокая избыточность данных значительно осложнили процесс выявления и валидации наиболее надежного источника информации (поскольку недостоверность и низкое качество исходных сведений способны существенно снизить продуктивность искомого хранилища). Итоги этапа сводятся в таблицу, представляющую исходные и целевые данные, а также необходимые преобразования.

Итогом проведенной специализации, уточнения и обобщения выявленных требований и источников данных и выявления существующих между ними связей является определение задач проектируемой системы, а именно:

- группировка всех данных, от мониторинга торгового представителя до конкретизации плана продаж, в единой базе для обеспечения целостного взгляда на коммерческую деятельность компании;
- ежемесячное добавление бизнес-сведений с сохранением старых;
- манипулирование данными и их анализ для определения таких показателей, как доля рынка, индикаторы пенетрации и тенденций, продажи по датам, регионам, подразделениям;
- визуализация данных в доступной и интуитивно понятной для пользователей форме с помощью информационных панелей.

Наличие четко сформулированных задач позволяет перейти непосредственно к построению хранилища данных средствами многомерного моделирования. Поскольку хранилище является объектно-ориентированной структурой, где данные организуются в зависимости от их предметной области, необходимо в первую очередь на базе конечной цели реализуемого проекта (а именно, определения эффективности бизнес-деятельности торговых представителей, которая, в свою очередь, является конечным звеном расчетов эффективности различных звеньев коммерческой службы) выделить бизнес-блоки для моделизации. В нашем случае такими блоками являются «Продажи» – реализация медикаментов по их группам, «Территория» – продажи по регионам, «Бонус торгового представителя» – расчет бонуса субъекта, осуществляющего непосредственный контакт с покупателями, «Бонус команды» – расчет бонуса коммерческой службы. Для распределения этих блоков по уровням иерархии, была использована матрица приоритетов Эйзенхауэра.⁴

Следующие шаги состоят в определении желаемого уровня детализации, или гранулированности модели – чем он тоньше, тем выше потенциальная гибкость анализа, определение содержания записей в таблице фактов и используемого при этом типа данных, фиксация измерений, т.е. основных направлений анализа фактов, на базе источников данных, а также назначение мер, затем агрегатов с целью повышения производительности хранилища путем сокращения количества строк, манипулируемых базой

⁴ “I have two kinds of problems, the urgent and the important. The urgent are not important, and the important are never urgent.” cf. «Dwight D. Eisenhower: Address at the Second Assembly of the World Council of Churches, Evanston, Illinois» [archive] // American Presidency Project (UCSB) - UC Santa Barbara [Электронный ресурс]. URL: www.presidency.ucsb.edu (дата обращения: 12.04.2018).



данных для выполнения запроса. Для удобства определения агрегатов все измерения искомой модели были сведены в единую таблицу. Измерение «Время» – «чаще всего первое измерение в рейтинге, лежащее в основе базы данных» [87] в качестве уровня гранулированности по требованию менеджеров компании задан месяц. Компанией Saidal и организацией IMS задано следующее обозначение временных периодов: MOV/1Q09 – это мобильный год, объединяющий последние 4 триместра,

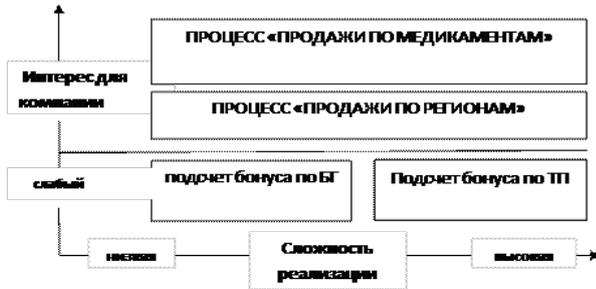


Рис. 1. Анализ иерархии бизнес-процессов

Fig. 1. Analysis of the hierarchy of business processes

Таблица 1. Измерения бизнес-процессов

Table 1. Measuring business processes

	Продажи по медикаментам	Продажи по регионам	Продажи по торговому представителю
Время	X	X	X
Регион	X	X	X
Торговый представитель (ТП)		X	X
Бизнес-группа (БГ)	X	X	X
Специализированное подразделение (СП)	X	X	X
Медикамент	X	X	

напр., MOV/2014 (2013-2014), MAT1 – мобильный год, объединяющий 12 последних месяцев (Mai14. Май 13-апрель 14), MAT2 – тот же период предыдущего года, YTD1 – итог, накопленный с начала текущего года (Avril 14, январь 14 – апрель 14), YTD2 – итог, накопленный с начала предыдущего года и т.д.

Измерение «Регион» определяет, где имел место факт, минимальный уровень детализации соответствует одной из 51-й вилай Алжира. Измерения БГ, ТП, СП – это структурные подразделения коммерческой службы компании, организграмма которой предусматривает три БГ, каждая из них имеет в своем составе несколько СП в зависимости от специализации последних, эти СП распределены по всей территории страны, к ним, в свою очередь, прикреплены свои ТП.

Факт продажи представляет собой основной вид деятельности коммерческой службы компании (моделируемого объекта). Минимальный уровень гранулированности здесь соответствует одному факту продажи. Измерение «Медикамент» для этого факта содержит его название, дозировку, способ применения, тип (оригинал или дженерик), наименование лаборатории, группу (в зависимости от предназначения). В качестве мер выступает количество проданных упаковок (Unit_vente) либо объем продаж в стоимостном выражении. Одна продажа касается одного единственного медикамента определенной фармацевтической формы, определенной дозы, за определенный период. Расчет осуществляется при предварительной фиксации атрибута «регион» и атрибута «период». С целью определения агрегатов по данному факту был использован метод, предложенный Адамсоном [88] и заключающийся в выведении полезных агрегатов из детализированной звезды и построении на их базе агрегированной модели. В блоке Продажи потенциальными агрегатами являются следующие: для измерения БГ - код БГ, для измерения Время - месяц, триместр, год, период, для измерения Медикамент - название, тип, группа. Полученная схема факта продажи приведена на рис. 2.

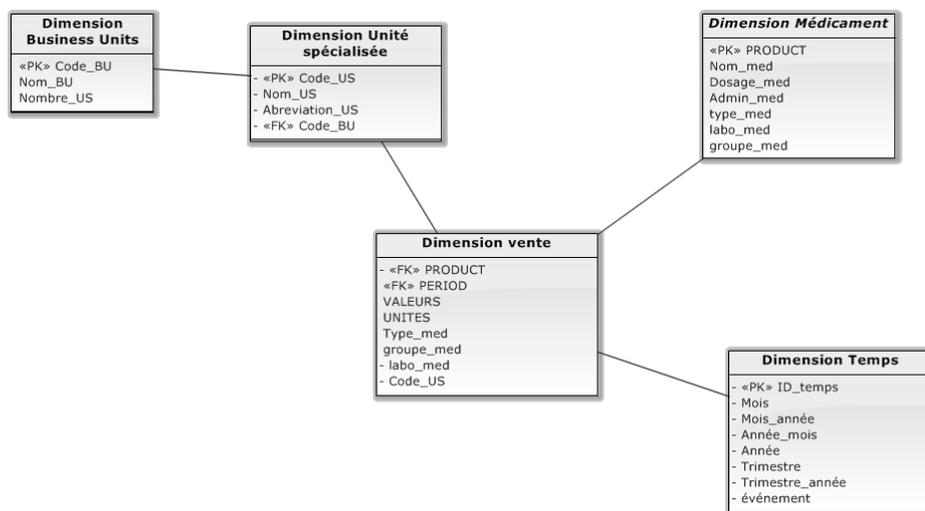


Рис. 2. Схема звезды факта Продажи

Code_US - это код специализированного подразделения, Code_med- код медикамента, ID_temps - идентификатор измерения времени, Code_vente – ключ измерения продажи, Desc-vente - описание продажи, Val_vente - стоимость продажи (в DA), Unit-vente - число проданных упаковок

Fig. 2. Scheme of the Fact Sales Star

Code_US is the code of a specialized unit, Code_med is a medication code, ID_temps is the time measurement identifier, Code_vente is a sales measurement key, Desc-vente is the description of the sale, Val_vente is the sales price (in DA), Unit-vente number of packages sold



Поскольку бизнес-деятельность по продажам заключается в продвижении продукции Soidal по всей территории страны, был рассмотрен факт «Территория», отражающий данные по продажам по всему портфелю продуктов компании в зависимости от региона, где они были зафиксированы. Наиболее мелкий уровень гранулярности соответствует одному продукту, т.е. его продаже в определенной географической зоне и в определенную дату. В качестве основных измерений, кроме временного, выступают «Вилайя и «Регион», мерой – количество проданных упаковок или выручка от продажи. Расчет осуществляется при фиксации атрибута «Период» и выборе атрибута «Регионы» (т.е. локальные продажи сравниваются с общенациональными). Потенциальные агрегаты для измерения СП – БГ, СП, Время – месяц, триместр, год, период, для Регион – вилайя, тип, зона, Медикамент – название, тип, группа. Итоговая схема представлена на рис. 3.

Факт «Торговый представитель» («ТП») уже обозначен и детализирован в компании, его рассмотрение позволит осуществить более полный анализ эффективности работы коммерческой службы. Минимальный уровень гранулированности здесь представлен аффекацией одного представителя к определенной географической зоне в определенную дату. Схема факта представлена на рис. 4. Отметим, что в данном случае мы имеем дело с так называемым *factless fact*, «пустым фактом» [39], он вводится для мониторинга аффекации каждого ТП со дня его найма.

Получение итоговых многомерных схем позволяет перейти к заполнению конструируемого хранилища данных; в качестве архитектуры процесса, задачей которого является перенос в последнее согласованных и корректных данных на приемлемом уровне производительности, был выбран инструмент ETL. На предварительном этапе, реализуемом одновременно с определением требо-

ваний к системе, производится изучение источников данных (рассмотрено выше) и определение периодичности загрузки. Определение периодичности загрузки производится отдельно для каждой звезды с учетом синхронизации при загрузке совместных измерений. Наиболее значительный объем данных представлен в схеме факта «Территория», для которого система мониторинга продаж ежедневно регистрирует более 60000 строк, в качестве оптимального периода загрузки для нее было выбрано время неактивности источников, т.е. выходные дни, при этом назначены конкретные даты обновления системы. Процесс непосредственного заполнения хранилища осуществляется через промежуточную зону подготовки данных ODS (Operational Data Store)⁵ с соблюдением заданной политики загрузки и транспарентности процесса. В первую очередь загружаются статические измерения, остающиеся неизменными на протяжении длительного времени и играющие роль справочных, в нашем случае это таблицы медикаментов и пользователей, затем – изменяющиеся измерения (напр., продажи), при этом задается политика, сохраняющая ранее загруженные измерения. Следом за измерениями загружаются таблицы фактов, при этом для каждой содержащейся в них записи в хранилище идентификатор из исходной системы источников данных должен быть заменен на соответствующий суррогатный ключ с соблюдением ссылочной целостности. Иными словами, каждому внешнему ключу таблицы фактов должен быть поставлен в соответствие ключ таблицы измерений, в итоге идентификатор каждой таблицы фактов формируется из ключей его измерений. Загрузка измерения «Время», обеспечивающего историчность информации и состоящего только из даты и отсутствующего в исходной базе данных, в корне отличается от остальных таблиц и организуется в виде календаря с уровнем гранулярности месяца.

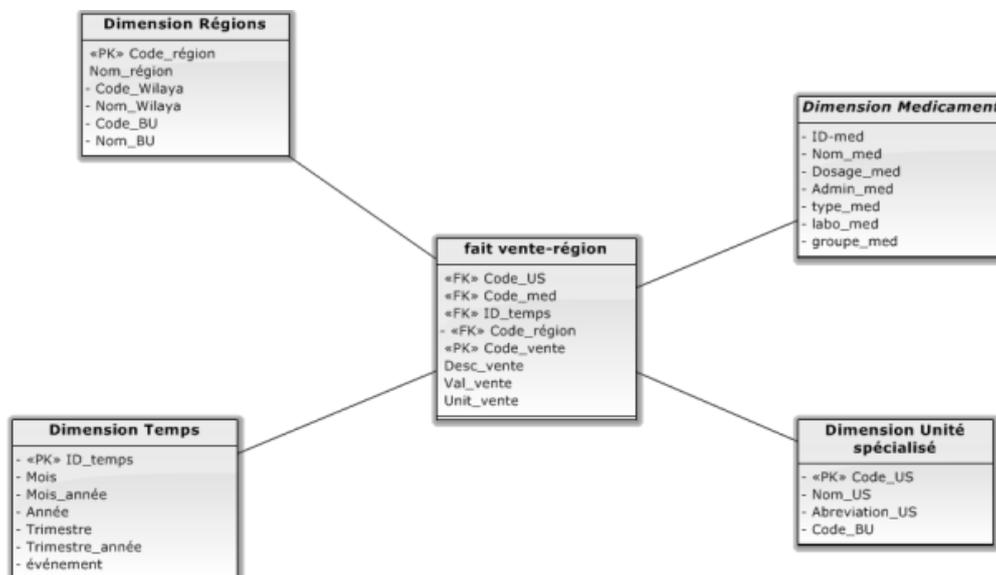


Рис. 3. Схема звезды факта Территория

Code_US – код СП, Code_med – код медикамента, ID_temps код измерения время, Code_région – код измерения Регион, Code_vente – искусственный ключ измерения Продажи, Desc-vente – описание продаж, Val_vente – объем продаж (в DZD)) Unit-vente – число проданных упаковок

Fig. 3. Scheme of the Fact Territory Ftar

Code_US - specialized unit code, Code_med - medication code, ID_temps measurement code time, Code_région - code Region measurement, Code_vente - artificial measurement Sales key, Desc-vente - sales description, Val_vente - sales volume (in DZD)) Unit-vente - number of packages sold

5 Cochin T., Parker K. Les ETL Open Source: Une réelle alternative aux solutions propriétaires. 2008. [Электронный ресурс]. URL: <http://business-intelligence.developpez.com/tutoriels/etl-open-source/?page=Introduction> (дата обращения: 12.04.2018).



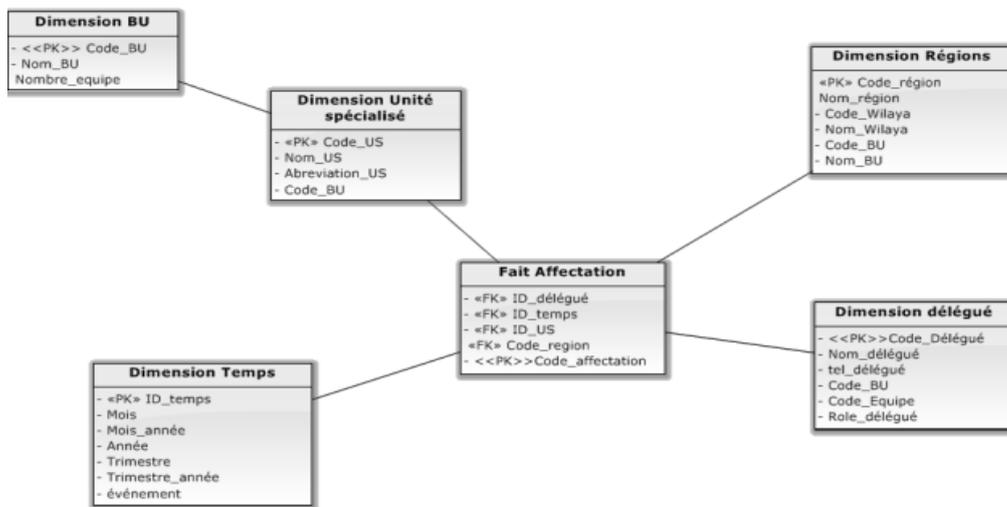


Рис. 4. Схема звезды факта «Торговый представитель»

ID_délégué – код делегата, ID_US – код СП, ID_temps – код измерения время, Code_région – код измерения регион, Code_affectation – искусственный ключ измерения аффектация

Fig. 4. The diagram of the Fact «Trade Representative» Star

ID_délégué - delegate code, ID_US - specialized unit code, ID_temps - measurement time code, Code_région - measurement region code, Code_affectation - measurement affectation artificial key

С целью оптимальной эксплуатации содержащейся в хранилище информации были сконструированы многомерные кубы OLAP. Поскольку измерения представляют собой разложимые значения, их атрибуты обычно подчиняются определенной иерархии, используемой при построении названных кубов. Так, для измерения «Регион» уровни этой иерархии выглядят следующим образом:



Рис. 5. Схема иерархий измерения «Географическая зона»

Fig. 5. Scheme of measurement hierarchies «Geographical area»

Аналогичным образом представляются иерархии для измерений ТП и время, при этом уровень «Итог», представляющий собой наиболее агрегированный уровень, присутствует не во всех иерархиях.

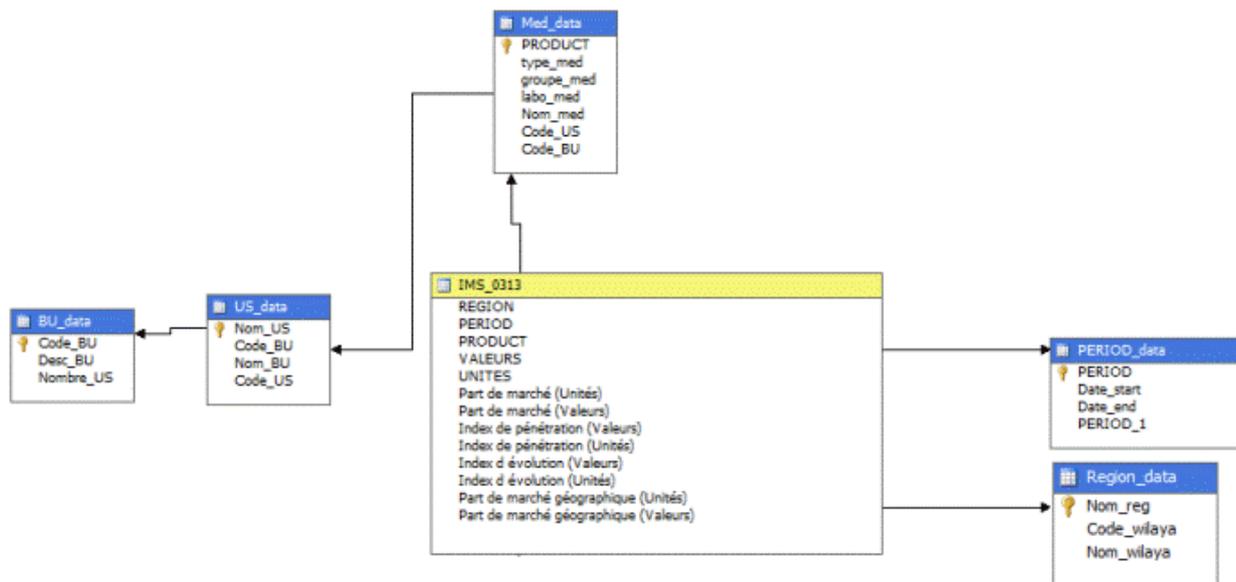


Рис. 6. Куб «Территория»

Fig. 6. Cube «Territory»



В соответствии с определенными выше фактами создаваемой модели были интуитивным образом реализованы два куба: куб «Территория» с мерами «объем продаж» и «число реализованных упаковок» и измерениями «Зона, Время, Медикамент, СП», а также куб «Продажи» с теми же мерами и измерениями «Время, медикамент, СП».

4. Концепция интерфейсов пользователей

В соответствии со следуемым в работе методом для определения целей будущих пользователей, планируемых результатов и способов их достижения на основе выявленных функций менеджеров системы, последняя разбивается на модули для имплементации [90], после чего разрабатываются удобные, интуитивно понятные и полезные интерфейсы для каждого из них. В нашем случае потенциальными пользователями искомой системы BI являются генеральная дирекция, исполнительная дирекция (функции – расчет показателей эффективности, общий мониторинг деятельности компании, а также назначение бонусов), директор коммерческого управления (отправка файлов по продажам и мониторинг работы БГ) куратор (мониторинг деятельности СП), и администратор, управляющий источниками данных и пользователями. Перечисленные функции определяют цели использования системы, которые представляются в виде диаграмм UML [91] (например, диаграмма для администратора (рис.6)). Для каждого целевого использования системы оставляется текстовое описание, содержащее название случая, его цель, имя пользователя, предварительные условия и возможные сценарии реализации поставленной цели. По аналогичной схеме разрабатываются интерфейсы для каждого из пользователей системы, при этом интерфейс исполнительного директора компании как основного

действующего лица искомой системы BI является наиболее полным и активным, позволяющим не только вводить информацию, но и рассчитывать показатели эффективности и на их базе определять бонусы каждого из функционеров. Этот интерфейс визуализирует все продажи, классифицированные по бизнес-единицам, по группам, по каждому виду медикаментов, по регионам или по выделенным зонам, позволяет вводить файлы с данными из IMS, представлять сведения и диаграммы по рынку и уровню эффективности.

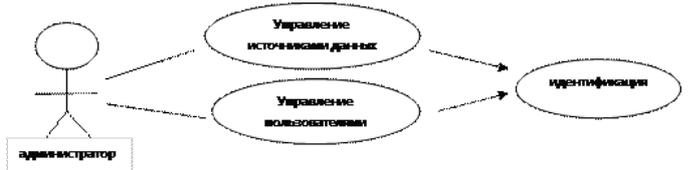


Рис. 8. Цели использования системы BI администратором
 Fig. 8. Objectives of using the BI system by an administrator

При определении итоговых показателей эффективности работы коммерческой службы был использован метод GIMSI [92], в соответствии с которым были отобраны такие индикаторы, как доля рынка, уровень пенетрации, показатели эволюции рынков и продаж по каждой группе продуктов и региону либо по ассортименту и по стране в целом, при этом уровень детализации выбирается в интерфейсе. Бонусы функционеров в настоящее время определяется вручную с использованием таблиц Excel, на базе S-Shape- зависимости, в ходе исследования была проанализирована и автоматизирована действующая методика расчета.

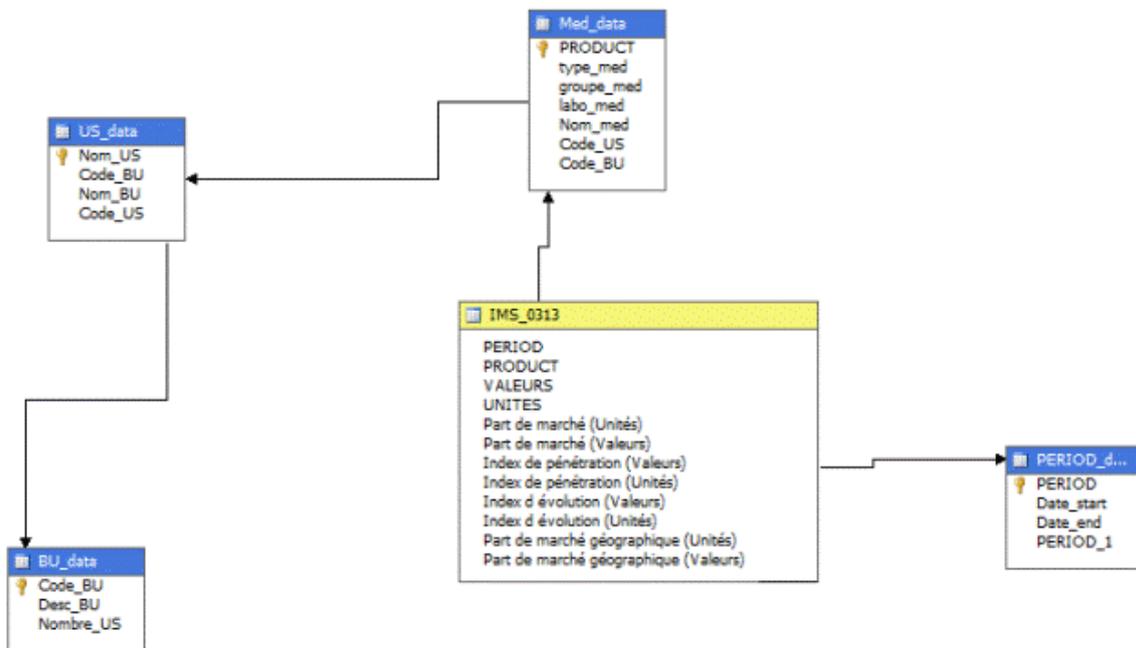


Рис. 7. Куб продаж
 Fig. 7. Cube of sales



5. Техническая имплементация концепции BI-системы

Выбор средств реализации полученного решения обуславливается информационно-техническим оснащением коммерческой службы компании Soidal, с целью избежать проблемы несовместимости имеющихся у компании средств и инструментов с используемыми в предложенном решении. На данный момент служба использует эксплуатационные системы Windows Server 2003, SQL Server 2008, Microsoft 7, установленные на Machine Lenovo. На этом основании, а также с учетом простоты и безопасности использования, была предложена следующая архитектура реализации:

- Microsoft SQL Server 2008 для баз данных⁶;
- Microsoft SQL Server 2008 Integration Services⁷ для ETL и Master Data Management;
- Microsoft SQL Server 2008 Analysis Services (SSAS)⁸ для кубов ОЛАП;
- Microsoft Studio⁹ для клиентских приложений.

Использованная утилита SQL Server Management Studio¹⁰ как интегрированная среда для доступа, настройки, контроля и администрирования всех компонентов SQL, предоставляет набор графических средств и редакторов сценариев, обеспечивающих доступ к SQL Server. SQL Server Management Studio объединяет возможности Enterprise Manager и Analyseur de requêtes. Business Intelligence Development Studio, интегрированная среда для разработки таких конструкций BI, как источники данных, кубы, отчеты и Intégration Services, включает в себя модели проектов, намечающие контуры для развертки и детализации в конкретных условиях. Перечислим конкретные задействованные на различных этапах проекта инструменты

Так, для сервера ETL использовался SQL Server Integration Services (SSIS), позволяющий осуществить экстракцию, преобразование и загрузку данных в хранилище из множества источников – плоских файлов или баз данных СУБД. Отметим, что в нашем случае некоторые таблицы потребовали особой обработки, поэтому во избежание слишком длинных запросов, утяжеляющих систему, мы использовали пересечение ряда таблиц. Сервер хранилища данных SQL Server Analysis Services (SSAS), с помощью которого были сконструированы кубы ОЛАП, предоставил многочисленные способы мониторинга модификаций хранилища. Microsoft SQL Server Reporting Services¹¹ – платформа для разработки разнообразных отчетов. Помимо этого, с использованием SQL Server было смоделировано управление пользователями системы, созданы интерфейсы пользователей (на базе WPF), осуществлен расчет показателей.

Для разработки клиентского приложения был выбран язык C# [93], с помощью которого была смоделирована процеду-

ра идентификации пользователя, модуля управления пользователями, модуля источниками данных, интерфейсов для каждого из действующих лиц.

6. Заключение

В настоящей работе предложена информационная система Business Intelligence, позволяющая измерять ключевые параметры функционирования коммерческой службы фармацевтической компании и обеспечивающая максимально эффективное управление деятельностью последней путем тщательного анализа данных и использования его результатов для принятия своевременных и обоснованных управленческих решений. Практическое значение исследования заключается в том, что предложенная система, будучи с одной стороны, так называемой «легкой», не требующей длительного времени реализации и значительных вложений, при этом позволяет руководству компании принимать улучшенные и неформальные управленческие решения и выбирать наиболее эффективные стратегии развития организации. Полученное решение полностью отвечает запросам менеджеров компании, а именно: обеспечивает постоянную доступность необходимой бизнес-информации, автоматизирует процесс сбора и обработки данных, гарантирует возможность аналитической обработки информации, минимизирует сроки составления отчетности, а также позволяет визуализировать данные с помощью информационных панелей, предоставляя отчеты, структурированные по формам и объектам анализа, а также интуитивно понятную пользователям графическую интерпретацию сведений, что позволяет осуществлять действенный мониторинг за работой коммерческой службы, предложенный блок управления пользователями позволяет наделить последних функциями, привилегиями и полномочиями.

В качестве перспектив дальнейшего исследования можно предложить ее дальнейшее разветвление и углубление, направленное на повышение продуктивности: осуществление модификаций на уровне баз данных, интегрирование в реализованное решение других служб и подразделений компании для усиления взаимосвязи между данной системой и общей корпоративной стратегией компании.

6 Allix G. SQL Server 2008 R2 - Application and Multi-Server Management. SQL Server Technical Article. February 2010. [Электронный ресурс]. URL: [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/sql/sql-server-2008-r2/ee364757\(v=sql.100\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/sql/sql-server-2008-r2/ee364757(v=sql.100)) (дата обращения: 12.04.2018).

7 SQL Server Integration Services [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/fr-fr/sql/integration-services/sql-server-integration-services> (дата обращения: 12.04.2018).

8 Webb C., Russo M., Ferrary A. Expert Cube Development with Microsoft SQL Server 2008 Analysis Services. Packt Publishing, 2009. 360 p.

9 Microsoft Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/fr-FR> (дата обращения: 12.04.2018).

10 Microsoft® SQL Server® 2008 Express with Tools [Электронный ресурс]. URL: <http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=22973> (дата обращения: 12.04.2018).

11 Microsoft SQL Server Reporting Services [Электронный ресурс]. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/sql-server-2017> (дата обращения: 12.04.2018).



Список использованных источников

- [1] *March S.T., Hevner A.R.* Integrated decision support systems: a data warehousing perspective // *Decision Support Systems*. 2007. Vol. 43, issue 3. Pp. 1031–1043. DOI: 10.1016/j.dss.2005.05.029
- [2] *Stroh F., Winter R., Wortmann F.* Method support of information requirements analysis for analytical information systems // *Business & Information Systems Engineering*. 2011. Vol. 3, issue 1. Pp. 33–43. DOI: 10.1007/s12599-010-0138-0
- [3] *Dayal U., Castellanos M., Simitsis A., Wilkinson K.* Data integration flows for business intelligence // *Proceedings of the 12th International Conference on Extending Database Technology: Advances in Database Technology (EDBT '09) / M. Kersten, B. Novikov, J. Teubner, V. Polutin, S. Manegold (Eds.)*. ACM, New York, NY, USA, 2009. Pp. 1–11. DOI : 10.1145/1516360.1516362
- [4] *Chaudhuri S., Dayal U., Narasayya V.* An overview of business intelligence technology // *Communications of the ACM*. 2011. Vol. 54, no. 8. Pp. 88–98. DOI: 10.1145/1978542.1978562
- [5] *Chen H., Chiang R.H.L., Storey V.C.* Business intelligence and analytics: From big data to big impact // *MIS Quarterly*. 2012. Vol. 36, no. 4. Pp. 1165–1188. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/f5fe/b79e04b2e7b61d17a6df79a44faf358e60cd.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [6] *Davenport T.H., Harris J.G.* *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 2007. 218 p.
- [7] *Dinter B.* Success factors for information logistics strategy – An empirical investigation // *Decision Support Systems*. 2013. Vol. 54, issue 3. Pp. 1207–1218. DOI: 10.1016/j.dss.2012.09.001
- [8] *Watson H.J., Goodhue D.L., Wixom B.H.* The benefits of data warehousing: why some organizations realize exceptional payoffs // *Information & Management*. 2002. Vol. 39, issue 6. Pp. 491–502. DOI: 10.1016/S0378-7206(01)00120-3
- [9] *Pfeffer J., Sutton R.I.* Evidence-based management // *Harvard business review*. 2006. Vol. 84, no. 1. Pp. 62–74. URL: <https://hbr.org/2006/01/evidence-based-management> (дата обращения: 12.04.2018).
- [10] *Popović A., Hackney R., Coelho P.S., Jaklič J.* Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making // *Decision Support Systems*. 2012. Vol. 54, issue 1. Pp. 729–739. DOI: 10.1016/j.dss.2012.08.017
- [11] *Shollo A., Galliers R.* Towards an understanding of the role of business intelligence systems in organizational knowing // *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*. 2013. Pp. 1–12. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/8f02/f00fed6e4993fb7f99d24ee733c004d82f78.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [12] *Frolick M.N., Ariyachandra T.R.* Business performance management: one truth // *Information Systems Management*. 2006. Vol. 23, issue 1. Pp. 41–48. DOI: 10.1201/1078.10580530/45769.23.1.20061201/91771.5
- [13] *Simons R.* *Levers of control: how managers use innovative control systems to drive strategic renewal*. Boston (MA): Harvard Business Press, 2013. 232 p.
- [14] *Kowalczyk M., Gerlach J.P.* Business Intelligence and analytics decision quality – insights on flytitics specialization and information processing modes // *Proceedings of the Twenty-Third European Conference on Information Systems (ECIS)*. Münster, Germany, 2015. Pp. 1–19. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/da1c/60fbd03834bb3158c83df6b18f316bf03e91.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [15] *Aruldooss M., Lakshmi T.M., Venkatesan P.V.* A survey on recent research in business intelligence // *Journal of Enterprise Information Management*. 2014. Vol. 27, issue 6. Pp. 831–866. DOI: 10.1108/JEIM-06-2013-0029
- [16] *Elbashir M.Z., Collier P.A., Davern M.J.* Measuring the effects of business intelligence systems: the relationship between business process and organizational performance // *International Journal of Accounting Information Systems*. 2008. Vol. 9, issue 3. Pp. 135–153. DOI: 10.1016/j.accinf.2008.03.001
- [17] *Hočevar B., Jaklič J.* Assessing Benefits of Business Intelligence Systems – A Case Study // *Management*. 2008. Vol. 13, br. 2 (Special issue). Pp. 87–119. URL: <https://hrcak.srce.hr/53608> (дата обращения: 12.04.2018).
- [18] *Wieder B., Ossimitz M-L., Chamoni P.* The Impact of Business Intelligence Tools on Performance: A User Satisfaction Paradox? // *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*. 2012. Vol. 5, issue 3. Pp. 7–32. URL: <https://ru.scribd.com/document/236205862/Impact-of-Business-Intelligence-on-Tools-Performance> (дата обращения: 12.04.2018).
- [19] *Davenport T.H.* Business intelligence and organizational decisions // *International Journal of Business Intelligence Research*. 2010. Vol. 1, issue 1. Pp. 1–12. DOI: 10.4018/jbir.2010071701
- [20] *Işık Ö., Jones M.C., Sidorova A.* Business intelligence success: The roles of Bi capabilities and decision environments // *Information & Management*. 2013. Vol. 50, issue 1. Pp. 13–23. DOI: 10.1016/j.im.2012.12.001
- [21] *Davenport T.H., Patil D.J.* Data scientist: the sexiest job of the 21st century // *Harvard Business Review*. 2012. Vol. 90, issue 10. Pp. 70–76. URL: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century> (дата обращения: 12.04.2018).
- [22] *Viaene S.* Data Scientists Aren't Domain Experts // *IT Professional*. 2013. Vol. 15, no. 6, Pp. 12–17. DOI: 10.1109/MITP.2013.93
- [23] *Viaene S., Van den Bunder A.* The secrets to managing business analytics projects // *MIT Sloan Management Review*. September 21, 2011. Pp. 65–69.
- [24] *Popović A., Hackney R., Coelho P.S., Jaklič J.* How information-sharing values influence the use of information systems: An investigation in the business intelligence systems Context // *The Journal of Strategic Information Systems*. 2014. Vol. 23, issue 4. Pp. 270–283. DOI: 10.1016/j.jsis.2014.08.003
- [25] *Sharma R., Mithas S., Kankanhalli A.* Transforming decision-making processes: a research for understanding the impact of business analytics on organizations // *European Journal of Information Systems*. 2014. Vol. 23, issue 4. Pp. 433–441. DOI: 10.1057/ejis.2014.17
- [26] *Lahrman G., Marx F., Winter R., Wortmann F.* Business Intelligence Maturity: Development and Evaluation of a Theoretical Model // *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences, Kauai, HI, 2011*. Pp. 1–10. DOI: 10.1109/HICSS.2011.90



- [27] Richards G., Yeoh W., Chong A.Y.L., Popovič A. Business Intelligence Effectiveness and Corporate Performance Management: An Empirical Analysis // Journal of Computer Information Systems. 2017. Pp. 1-9. DOI: 10.1080/08874417.2017.1334244
- [28] Agiu D., Mateescu V., Muntean I. Business Intelligence overview // Database Systems Journal. 2014. Vol. 5, issue 3. Pp. 23-36. URL: http://dbjournal.ro/archive/17/17_3.pdf (дата обращения: 12.04.2018).
- [29] Luhn X.P. A Business Intelligence System // IBM Journal of Research and Development. 1958. Vol. 2, issue 4. Pp. 314-319. DOI: 10.1147/rd.24.0314
- [30] Baars H., Kemper H-G. Management Support with Structured and Unstructured Data-An Integrated Business Intelligence Framework // Information Systems Management. 2008. Vol. 25, issue 2. Pp. 132-148. DOI: 10.1080/10580530801941058
- [31] Vukšić V.B., Bach M.P., Popovič A. Supporting performance management with business process management and business intelligence: A case analysis of integration and orchestration // International journal of information management. 2013. Vol. 33, issue 4. Pp. 613-619. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2013.03.008
- [32] Wixom B.H., Watson H.J., Reynolds A.M., Hoffer J.A. Continental Airlines Continues to Soar with Business Intelligence // Information Systems Management. 2008. Vol. 25, issue 2. Pp. 102-112. DOI: 10.1080/10580530801941496
- [33] Foley E., Guillemette M. What is Business Intelligence? // International Journal of Business Intelligence Research. 2010. Vol. 1, issue 4. Pp. 1-28. DOI: 10.4018/jbir.2010100101
- [34] Watson H.J., Wixom B.H. The BI-Based Organization // International Journal of Business Intelligence Research. 2010. Vol. 1, issue 1. Pp. 13-28. DOI: 10.4018/jbir.2010071702
- [35] Kowalczyk M. The Support of Decision Processes with Business Intelligence and Analytics. Springer Vieweg, 2017. 146 p. DOI: 10.1007/978-3-658-19230-3
- [36] Wieder B., Ossimitz M.-L. The Impact of Business Intelligence on the Quality of Decision Making – A Mediation Model // Procedia Computer Science. 2015. Vol. 64. Pp. 1163-1171. DOI: 10.1016/j.procs.2015.08.599
- [37] Erickson G.S. New Methods of Market Research and Analysis. Edward Elgar Publishing, 2017. 208 p. DOI: 10.4337/9781786432698
- [38] Tournier R. Analyse en ligne (OLAP) de documents. Interface homme-machine [cs.HC]. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2007. 204 p. URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00348094/document> (дата обращения: 12.04.2018).
- [39] Kimball R. The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1996. 388 p.
- [40] Kandel S., Paepcke A., Hellerstein J.M., Heer J. Enterprise Data Analysis and Visualization: An Interview Study // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. 2012. Vol. 18, no. 12. Pp. 2917-2926. DOI: 10.1109/TVCG.2012.219
- [41] Kaula R. Business Intelligence Rationalization: A Business Rules Approach // International Journal of Information, Business and Management. 2015. Vol. 7, no. 1. Pp. 129-143. URL: <https://ijibm.elitehall.com/index4.htm> (дата обращения: 12.04.2018).
- [42] Amaro S., Duarte P. Modelling formative second order constructs in PLS / V. Benson, F. Filippaios (Eds.) // Proceedings of the Proceedings of the 15th European Conference on Research Methodology for Business Management. London, UK, 2016. Pp. 19-27.
- [43] Kowalczyk M., Buxmann P. Big data and information processing in organizational decision processes // Business & Information Systems Engineering. 2014. Vol. 6, issue 5. Pp. 267-278. DOI: 10.1007/s12599-014-0341-5
- [44] Cuzzocrea A. Data Warehousing and OLAP over Big Data: a survey of the state-of-the-art, open problems and future challenges // International Journal of Business Process Integration and Management. 2015. Vol. 17, no. 4. Pp. 372-377. DOI: 10.1504/IJBPIIM.2015.073665
- [45] Daan Van Beck, Manley N. The ETL product survey 2007 // A passionate International research paper. 2007.
- [46] Berkani N., Bellatreche L., Khouri S. Towards a conceptualization of ETL and physical storage of semantic data warehouses as a service // Cluster Computing. 2013. Vol. 4. DOI: 10.1007/s10586-013-0266-7
- [47] Khouri S., Bellatreche L., Berkani N. MODETL: a complete Modeling and ETL method for designing data warehouses from semantic databases // Proceedings of the 18th International Conference on Management of Data (COMAD '12). Computer Society of India, Mumbai, India, India, 2012. Pp. 113-113.
- [48] Moukhi N.E.L., Azami I.E.L., Mouloudi A. Data warehouse state of the art and future challenges // Proceedings of IEEE 2015 International Conference on Cloud Technologies and Applications (CloudTech), Marrakech, 2015. Pp. 1-6. DOI: 10.1109/CloudTech.2015.7337004
- [49] Agrawal R., Gupta A., Sarawagi S. Modeling Multidimensional Databases // Proceedings of the Thirteenth International Conference on Data Engineering (ICDE '97) / A. Gray, Per-Åke Larson (Eds.). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 1997. Pp. 232-243.
- [50] Bret F., Teste O. Construction graphique d'entrepôts et de magasins de données // Congrès INFORMATIQUE des ORGANISATIONS et Systèmes d'Information et de Décision - INFORSID'99, Jun 1999, La Garde, France, 1999. Pp. 165-184. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00479486/document> (дата обращения: 12.04.2018).
- [51] Imhoff C., Galembo N., Geiger J.G. Mastering Data Warehouse Design: Relational and Dimensional Techniques. John Wiley & Sons, 2003. 456 p.
- [52] Kimball R., Ross M. The Data warehouse toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. 3rd Edition. USA: John Wiley & Sons, 2013. 600 p.
- [53] Feki J., Ben-Abdallah H., Ben-Abdallah M. Réutilisation des patrons en étoile // Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision (INFORSID). Hammamet. 31 mai - 4 jun 2006. Pp. 687-701.
- [54] Codd E.F., Codd S.B., Salley C.T. Providing OLAP to user-analysts: An IT Mandate / Technical Report EF, E.F. Codd and Associate, 1993. 24 p. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/0a93/e70589fbeb43edf65de61ffbe6cd3696c4a.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [55] Kimball R., Reeves L., Thornthwaite W., Ross M. The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: Expert Methods for Designing, Developing and Deploying Data Warehouses. USA: John Wiley & Sons, 1998.
- [56] Bentayeb F., Boussaid O., Favre C., Ravat F., Teste E.O. Personnalisation dans les entrepôts de données : bilan et perspectives // 5èmes journées francophones sur les Entrepôts de Données et l'Analyse en ligne, 2009. Pp. 7-22.



- [57] *List B., Bruckner R.M., Machaczek K., Schiefer J.* A Comparison of Data Warehouse Development Methodologies Case Study of the Process Warehouse / A. Hameurlain, R. Cicchetti, R. Traummüller (Eds) // Proceedings of the 13th International Conference on Database and Expert Systems Applications. DEXA 2002. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2453. Springer, Berlin, Heidelberg, 2002. Pp. 203-215. DOI: 10.1007/3-540-46146-9_21
- [58] *Giorgini P., Mylopoulos J., Nicchiarelli E., Sebastiani R.* Formal Reasoning Techniques for Goal Models / S. Spaccapietra, S. March, K. Aberer (Eds.) // Journal on Data Semantics I. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2800. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003. Pp.1-20, 2003. DOI: 10.1007/978-3-540-39733-5_1
- [59] *Romero O., Abelló A.* A Survey of Multidimensional Modeling Methodologies // International Journal of Data Warehousing and Mining. 2009. Vol. 5, issue 2. Pp. 1-23. DOI: 10.4018/jdwm.2009040101
- [60] *Breslin M.* Data Warehousing Battle of the Giants: Comparing the Basics of the Kimball and Inmon Models // Business Intelligence Journal. 2004. Vol. 9, issue 1. Pp. 6-20. URL: <http://www.bi-bestpractices.com/view-articles/4768> (дата обращения: 12.04.2018).
- [61] *Romero O., Abelló A.* Multidimensional Design / A.M. Tjoa, J. Trujillo (Eds) // Data Warehousing and Knowledge Discovery. DaWaK 2006. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4081. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006. Pp. 85-94. DOI: 10.1007/11823728_9
- [62] *Prat N., Akoka J., Comyn-Wattiau I.* A UML-based Data Warehouse Design Method // Decision Support Systems. 2006. Vol. 42, issue 3. Pp. 1449-1473. DOI: 10.1016/j.dss.2005.12.001
- [63] *Winter R., Strauch B.* A Method for Demand-Driven Information Requirements Analysis in DW Projects // Proceedings of 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Big Island, HI, USA, 2003. Pp. 231-239. DOI: 10.1109/HICSS.2003.1174602
- [64] *Hüsemann B., Lechtenböcker J., Vossen G.* Conceptual Data Warehouse Modeling / M. Jeusfeld, H. Shu, M. Staudt, G. Vossen (Eds.) // Proceedings of the 2nd International and Workshop on Design Management of Data Warehouses. Stockholm, Sweden: June 5-6, 2000. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 28. Pp. 6.1-6.11. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-28/paper6.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [65] *Golfarelli M., Rizzi S.* A Methodological Framework for Data Warehouse Design // Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP '98). ACM, New York, NY, USA, 1998. Pp. 3-9. DOI: 10.1145/294260.294261
- [66] *Prakash N., Gossain A.* Requirements driven data warehouse development // Proceedings of the 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE'03). Klagenfurt/Velden, 16-20 June 2003. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 74. Pp. 13-16. URL: http://ceur-ws.org/Vol-74/files/FOURUM_04.pdf (дата обращения: 12.04.2018).
- [67] *Giorgini P., Rizzi S., Garzetti M.* Goal-oriented requirement analysis for data warehouse design // Proceedings of the 8th ACM international workshop on Data warehousing and OLAP (DOLAP '05). ACM, New York, NY, USA, 2005. Pp. 47-56. DOI: 10.1145/1097002.1097011
- [68] *Inmon W.H.* Building the data warehouse. 2nd ed. N.Y.: Wiley Computer Pub, 1998. 432 p.
- [69] *Song I., Khare R., Dai B.* SAMSTAR: A Semi-Automated Lexical Method for Generating STAR Schemas from an ER Diagram // Proceedings of ACM 10th International Workshop on Data Warehousing and OLAP. Lisbon, Portugal: ACM Press. 2007. Pp. 9-16. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.705.8110&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [70] *Romero O., Abelló A.* Automating Multidimensional Design from Ontologies // Proceedings of the ACM tenth international workshop on Data warehousing and OLAP (DOLAP '07). Lisbon, Portugal: ACM Press, 2007. Pp. 1-8. DOI: 10.1145/1317331.1317333
- [71] *Vrdoljak B., Banek M., Rizzi S.* Designing Web Warehouses from XML Schemas / Y. Kambayashi, M. Mohania, W. W'fl (Eds.) // Proceedings of the 5th International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK 2003). Lecture Notes of Computer Science, Vol. 2737. Prague, Czech Republic: Springer, 2003. Pp. 89-98. DOI: 10.1007/978-3-540-45228-7_10
- [72] *Moody D.L., Kortink M.A.* From Enterprise Models to Dimensional Models: A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design // Proceedings of the 2nd International Workshop on Design and Management of Data Warehouses. Stockholm, Sweden: June 5-6, 2000. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 28. Pp. 5.1-5.12. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-28/paper5.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [73] *Ramesh B., Jarke M.* Toward reference models for requirements traceability // IEEE Transactions on Software Engineering. 2001. Vol. 27. Pp. 58-93. DOI: 10.1109/32.895989
- [74] *Mazón J.N., Trujillo J., Lechtenborger J.* Reconciling Requirement-Driven Data Warehouses with Data Sources Via Multidimensional Normal Forms // Data & Knowledge Engineering. 2007. Vol. 63, no. 3. Pp. 725-751. DOI: dx.doi.org/10.1016/j.datak.2007.04.004
- [75] *Phipps C., Davis K.C.* Automating Data Warehouse Conceptual Schema Design and Evaluation // Proceedings of the 4th International Workshop on Design and Management of Data Warehouses. Toronto, Canada, May 27, 2002. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 58. Pp. 23-32. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-58/hiphps-davis.pdf> (дата обращения: 12.04.2018).
- [76] *Bonifati A., Cattaneo F., Ceri S., Fuggetta A., Paraboschi S.* Designing Data Marts for Data Warehouses // ACM Transactions Software Engineering and Methodology (TOSEM). 2001. Vol. 10, issue 4. Pp. 452-483. DOI: 10.1145/384189.384190
- [77] *Böhnlein M., Ulbrich-vom Ende A.* Deriving Initial Data Warehouse Structures from the Conceptual Data Models of the Underlying Operational Information Systems // Proceedings of the 2nd International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP '99). ACM, New York, NY, USA, 1999. Pp. 15-21. DOI: 10.1145/319757.319780
- [78] *Cabibbo L., Torlone R.* A Logical Approach to Multidimensional Databases / H.-J. Schek, F. Saltor, I. Ramos, G. Alonso (Eds.) // Advances in Database Technology – EDBT '98. Proceedings of the 6th International Conference on Extending Database Technology, Valencia, Spain, March 23-27, 1998. Lecture Notes of Computer Science, Vol. 1377. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998. Pp. 183-197. DOI: 10.1007/BFb0100972
- [79] *Zhijuan W., Hongchang W., Xuefang W.* A Data Warehouse Design Method. 2012. Pp. 2063–2066.



- [80] Regardt O., Rönnbäck L., Bergholtz M., Johannesson P., Wohed P. *Anchor Modeling* / A.H. Laender, S. Castano, U. Dayal, F. Casati, J.P. Oliveira (Eds.) // *Proceedings of the 28th International Conference on Conceptual Modeling (ER '09)*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. Pp. 234–250. DOI : 10.1007/978-3-642-04840-1_19
- [81] Khouri S., Bellatreche L., Marcel P. Une démarche de conception d'un entrepôt sémantique matérialisant les données et les besoins // *Ingénierie des Systèmes d'Information*. 2012. Vol. 17, issue 5. Pp. 9-34. DOI: 10.3166/isi.17.5.9-34
- [82] Sebaa A., Chikh F., Nouicer A., Tari A. Research in Big Data Warehousing using Hadoop // *Journal of Information Systems Engineering & Management*. 2017. Vol. 2, issue 2, Article No: 10. DOI: 10.20897/jisem.201710
- [83] Carmè A., Mazón J.N., Rizzi S. A Model-Driven Heuristic Approach for Detecting Multidimensional Facts in Relational Data Sources / M.K. Mohania, A.M. Tjoa (Eds.) // *Data Warehousing and Knowledge Discovery*. Proceedings of the 12th International Conference (DaWaK 2010), Bilbao, Spain, August 30 - September 2, 2010. Lecture Notes of Computer Science, Vol. 6263. Bilbao, Spain: Springer, 2010. Pp. 13-24. DOI: 10.1007/978-3-642-15105-7_2
- [84] Linstedt D., Graziano K., Hultgren H. The New Business Supermodel. The Business of Data Vault modelling, 2nd edition. 2009.
- [85] Boukhari I., Bellatreche L., Khouri S. Efficient, Unified, and Intelligent User Requirement Collection and Analysis in Global Enterprises // *Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (IIWAS '13)*. ACM, New York, NY, USA, 2013. Pp. 686. DOI: 10.1145/2539150.2539263
- [86] Boukhari I., Jean S., Ait-Saadoun I., Bellatreche L. The role of user requirements in data repository design // *International Journal of Software Tools for Technology Transfer*. 2018. Vol. 20, issue 1. Pp. 19-34. DOI: 10.1007/s10009-016-0443-0
- [87] Kimball R., Ross M. *The Data Warehouse Toolkit*. 2nd Edition. Wiley Computer Publishing, 2002. 464 p.
- [88] Adamson C. *Mastering Data Warehouse Aggregates: Solutions for Star Schema Performance*. Wiley, 2006.
- [89] Zeggar B., Bouabdallah A. *Elaboration d'une solution de dashboarding pour le pilotage des entreprises: Ecole Nationale Supérieure d'Informatique*, 2011.
- [90] El Golli I.G. *Ingénierie des Exigences pour les Systèmes d'Information Décisionnels: Concepts, Modèles et Processus (la méthode CADWE): Thèse de Doctorat*. Université Paris-Panthéon-Sorbonne, Paris, 2008. (Français) URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00363878/document> (дата обращения: 12.04.2018).
- [91] Audibert L. *Unified Modeling Language UML 2, De l'apprentissage à la pratique (cours et exercices)*. Ellipses, P., 2009.
- [92] Fernandez A. *Les nouveaux tableaux de bord des managers: Le projet BusinessIntelligence clés en main*. 6ème édition. Eyrolles, 2013. 468 p.
- [93] Tourreau G. *Le guide de survie C#*. Pearson, 2010. 352 p.

Поступила 12.04.2018; принята в печать 20.06.2018;
опубликована онлайн 30.06.2018.

References

- [1] March S.T., Hevner A.R. Integrated decision support systems: a data warehousing perspective. *Decision Support Systems*. 2007; 43(3):1031-1043. DOI: 10.1016/j.dss.2005.05.029
- [2] Stroth F., Winter R., Wortmann F. Method support of information requirements analysis for analytical information systems. *Business & Information Systems Engineering*. 2011; 3(1):33-43. DOI: 10.1007/s12599-010-0138-0
- [3] Dayal U., Castellanos M., Simitis A., Wilkinson K. Data integration flows for business intelligence. *Proceedings of the 12th International Conference on Extending Database Technology: Advances in Database Technology (EDBT '09)* / M. Kersten, B. Novikov, J. Teubner, V. Polutin, S. Manegold (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 2009, pp. 1-11. DOI : 10.1145/1516360.1516362
- [4] Chaudhuri S., Dayal U., Narasayya V. An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*. 2011; 54(8):88-98. DOI: 10.1145/1978542.1978562
- [5] Chen H., Chiang R.H.L., Storey V.C. Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*. 2012; 36(4):1165-1188. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/f5fe/b79e04b2e7b61d17a6df79a44faf358e60cd.pdf> (accessed 12.04.2018).
- [6] Davenport T.H., Harris J.G. *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 2007. 218 p.
- [7] Dinter B. Success factors for information logistics strategy – An empirical investigation. *Decision Support Systems*. 2013; 54(3):1207-1218. DOI: 10.1016/j.dss.2012.09.001
- [8] Watson H.J., Goodhue D.L., Wixom B.H. The benefits of data warehousing: why some organizations realize exceptional payoffs. *Information & Management*. 2002; 39(6):491-502. DOI: 10.1016/S0378-7206(01)00120-3
- [9] Pfeffer J., Sutton R.I. Evidence-based management. *Harvard business review*. 2006; 84(1):62-74. Available at: <https://hbr.org/2006/01/evidence-based-management> (accessed 12.04.2018).
- [10] Popović A., Hackney R., Coelho P.S., Jaklič J. Towards business intelligence systems success: Effects of maturity and culture on analytical decision making. *Decision Support Systems*. 2012; 54(1):729-739. DOI: 10.1016/j.dss.2012.08.017
- [11] Shollo A., Galliers R. Towards an understanding of the role of business intelligence systems in organizational knowing. *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*, pp. 1-12, 2013. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/8f02/f00fed6e4993fb7f99d24e733c004d82f78.pdf> (accessed 12.04.2018).
- [12] Frolick M.N., Ariyachandra T.R. Business performance management: one truth. *Information Systems Management*. 2006; 23(1):41-48. DOI: 10.1201/1078.10580530/45769.23.1.20061201/91771.5
- [13] Simons R. *Levers of control: how managers use innovative control systems to drive strategic renewal*. Boston (MA): Harvard Business Press, 2013. 232 p.
- [14] Kowalczyk M., Gerlach J.P. Business Intelligence and analytics decision quality – insights on flytitics specialization and information processing modes. *Proceedings of the Twenty-Third European Conference on Information Systems (ECIS)*. Münster, Germany, pp. 1-19, 2015. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/8f02/f00fed6e4993fb7f99d24e733c004d82f78.pdf>



- ticscholar.org/da1c/60fbd03834bb3158c83df6b18f316bf03e91.pdf (accessed 12.04.2018).
- [15] Aruldoss M., Lakshmi T.M., Venkatesan P.V. A survey on recent research in business intelligence. *Journal of Enterprise Information Management*. 2014; 27(6):831-866. DOI: 10.1108/JEIM-06-2013-0029
- [16] Elbashir M.Z., Collier P.A., Davern M.J. Measuring the effects of business intelligence systems: the relationship between business process and organizational performance. *International Journal of Accounting Information Systems*. 2008; 9(3):135-153. DOI: 10.1016/j.accinf.2008.03.001
- [17] Hočevar B., Jaklič J. Assessing Benefits of Business Intelligence Systems – A Case Study. *Management*. 2008; 13(2):87-119. Available at: <https://hrcak.srce.hr/53608> (accessed 12.04.2018).
- [18] Wieder B., Ossimitz M-L., Chamon P. The Impact of Business Intelligence Tools on Performance: A User Satisfaction Paradox? *International Journal of Economic Sciences and Applied Research*. 2012; 5(3):7-32. Available at: <https://ru.scribd.com/document/236205862/Impact-of-Business-Intelligence-on-Tools-Performance> (accessed 12.04.2018).
- [19] Davenport T.H. Business intelligence and organizational decisions. *International Journal of Business Intelligence Research*. 2010; 1(1):1-12. DOI: 10.4018/jbir.2010071701
- [20] Işık Ö., Jones M.C., Sidorova A. Business intelligence success: The roles of Bi capabilities and decision environments. *Information & Management*. 2013; 50(1):13-23. DOI: 10.1016/j.im.2012.12.001
- [21] Davenport T.H., Patil D.J. Data scientist: the sexiest job of the 21st century. *Harvard Business Review*. 2012; 90(10):70-76. Available at: <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century> (accessed 12.04.2018).
- [22] Viaene S. Data Scientists Aren't Domain Experts. *IT Professional*. 2013; 15(6):12-17. DOI: 10.1109/MITP.2013.93
- [23] Viaene S., Van den Bunder A. The secrets to managing business analytics projects. *MIT Sloan Management Review*. September 21, pp. 65–69, 2011.
- [24] Popović A., Hackney R., Coelho P.S., Jaklič J. How information-sharing values influence the use of information systems: An investigation in the business intelligence systems Context. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2014; 23(4):270-283. DOI: 10.1016/j.jsis.2014.08.003
- [25] Sharma R., Mithas S., Kankanhalli A. Transforming decision-making processes: a research for understanding the impact of business analytics on organizations. *European Journal of Information Systems*. 2014; 23(4):433-441. DOI: 10.1057/ejis.2014.17
- [26] Lahrman G., Marx F., Winter R., Wortmann F. Business Intelligence Maturity: Development and Evaluation of a Theoretical Model. *Proceedings of the 44th Hawaii International Conference on System Sciences*. Kauai, HI, pp. 1-10, 2011. DOI: 10.1109/HICSS.2011.90
- [27] Richards G., Yeoh W., Chong A.Y.L., Popović A. Business Intelligence Effectiveness and Corporate Performance Management: An Empirical Analysis. *Journal of Computer Information Systems*. 2017. Pp. 1-9. DOI: 10.1080/08874417.2017.1334244
- [28] Agiu D., Mateescu V., Muntean I. Business Intelligence overview. *Database Systems Journal*. 2014; 5(3):23-36. Available at: http://dbjournal.ro/archive/17/17_3.pdf (accessed 12.04.2018).
- [29] Luhn X.P. A Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*. 1958; 2(4):314-319. DOI: 10.1147/rd.24.0314
- [30] Baars H., Kemper H-G. Management Support with Structured and Unstructured Data-An Integrated Business Intelligence Framework. *Information Systems Management*. 2008; 25(2):132-148. DOI: 10.1080/10580530801941058
- [31] Vukšić V.B., Bach M.P., Popović A. Supporting performance management with business process management and business intelligence: A case analysis of integration and orchestration. *International journal of information management*. 2013; 33(4):613-619. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2013.03.008
- [32] Wixom B.H., Watson H.J., Reynolds A.M., Hoffer J.A. Continental Airlines Continues to Soar with Business Intelligence. *Information Systems Management*. 2008; 25(2):102-112. DOI: 10.1080/10580530801941496
- [33] Foley E., Guillemette M. What is Business Intelligence? *International Journal of Business Intelligence Research*. 2010; 1(4):1-28. DOI: 10.4018/jbir.2010100101
- [34] Watson H.J., Wixom B.H. The BI-Based Organization. *International Journal of Business Intelligence Research*. 2010; 1(1):13-28. DOI: 10.4018/jbir.2010071702
- [35] Kowalczyk M. The Support of Decision Processes with Business Intelligence and Analytics. Springer Vieweg, 2017. 146 p. DOI: 10.1007/978-3-658-19230-3
- [36] Wieder B., Ossimitz M-L. The Impact of Business Intelligence on the Quality of Decision Making – A Mediation Model. *Procedia Computer Science*. 2015; 64:1163-1171. DOI: 10.1016/j.procs.2015.08.599
- [37] Erickson G.S. New Methods of Market Research and Analysis. Edward Elgar Publishing, 2017. 208 p. DOI: 10.4337/9781786432698
- [38] Tournier R. Analyse en ligne (OLAP) de documents. Interface homme-machine [cs.HC]. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2007. 204 p. Available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00348094/document> (accessed 12.04.2018).
- [39] Kimball R. The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1996. 388 p.
- [40] Kandel S., Paepcke A., Hellerstein J.M., Heer J. Enterprise Data Analysis and Visualization: An Interview Study. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*. 2012; 18(12):2917-2926. DOI: 10.1109/TVCG.2012.219
- [41] Kaula R. Business Intelligence Rationalization: A Business Rules Approach. *International Journal of Information, Business and Management*. 2015; 7(1):129-143. Available at: <https://ijibm.elitehall.com/index4.htm> (accessed 12.04.2018).
- [42] Amaro S., Duarte P. Modelling formative second order constructs in PLS. V. Benson, F. Filippaios (Eds.) *Proceedings of the Proceedings of the 15th European Conference on Research Methodology for Business Management*. London, UK, pp. 19-27, 2016.
- [43] Kowalczyk M., Buxmann P. Big data and information processing in organizational decision processes. *Business & Information Systems Engineering*. 2014; 6(5):267-278. DOI: 10.1007/s12599-014-0341-5
- [44] Cuzzocrea A. Data Warehousing and OLAP over Big Data: a survey of the state-of-the-art, open problems and future challenges. *International Journal of Business Process Integration and Management*. 2015; 17(4):372-377. DOI: 10.1504/IJB-



- PIM.2015.073665
- [45] Daan Van Beck, Manley N. The ETL product survey 2007. A passionate International research paper. 2007.
- [46] Berkani N., Bellatreche L., Khouri S. Towards a conceptualization of ETL and physical storage of semantic data warehouses as a service. *Cluster Computing*. 2013; 4. DOI: 10.1007/s10586-013-0266-7
- [47] Khouri S., Bellatreche L., Berkani N. MODETL: a complete MODELing and ETL method for designing data warehouses from semantic databases. *Proceedings of the 18th International Conference on Management of Data (COMAD '12)*. Computer Society of India, Mumbai, India, India, pp. 113-113, 2012.
- [48] Moukhi N.El., Azami I.El., Mouloudi A. Data warehouse state of the art and future challenges. *Proceedings of IEEE 2015 International Conference on Cloud Technologies and Applications (CloudTech)*. Marrakech, pp. 1-6, 2015. DOI: 10.1109/CloudTech.2015.7337004
- [49] Agrawal R., Gupta A., Sarawagi S. Modeling Multidimensional Databases. *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Data Engineering (ICDE '97)*. A. Gray, Per-Åke Larson (Eds.) IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, pp. 232-243, 1997.
- [50] Bret F., Teste O. Construction graphique d'entrepôts et de magasins de données. *Congrès INformatique des ORganisations et Systèmes d'Information et de Décision - INFORSID'99*. Jun 1999, La Garde, France, pp. 165-184, 1999. Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00479486/document> (accessed 12.04.2018).
- [51] Imhoff C., Galemme N., Geiger J.G. Mastering Data Warehouse Design: Relational and Dimensional Techniques. John Wiley & Sons, 2003. 456 p.
- [52] Kimball R., Ross M. The Data warehouse toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling. 3rd Edition. USA: John Wiley & Sons, 2013. 600 p.
- [53] Feki J., Ben-Abdallah H., Ben-Abdallah M. Réutilisation des patrons en étoile. *Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision (INFORSID)*. Hammamet. 31 mai-4 jun 2006, pp. 687-701, 2006.
- [54] Codd E.F., Codd S.B., Salley C.T. Providing OLAP to user-analysts: An IT Mandate. Technical Report EF, E.F. Codd and Associate, 1993. 24 p. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/0a93/e70589fbeat43edf65de61ffbe6cd3696c4a.pdf> (accessed 12.04.2018).
- [55] Kimball R., Reeves L., Thornthwaite W., Ross M. The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: Expert Methods for Designing, Developing and Deploying Data Warehouses. USA: John Wiley & Sons, 1998.
- [56] Bentayeb F., Boussaid O., Favre C., Ravat F., Teste E.O. Personnalisation dans les entrepôts de données : bilan et perspectives. *5èmes journées francophones sur les Entrepôts de Données et l'Analyse en ligne*, pp. 7-22, 2009.
- [57] List B., Bruckner R.M., Machaczek K., Schiefer J. A Comparison of Data Warehouse Development Methodologies Case Study of the Process Warehouse. A. Hameurlain, R. Cicchetti, R. Traunmüller (Eds). *Proceedings of the 13th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA 2002)*. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2453. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 203-215, 2002. DOI: 10.1007/3-540-46146-9_21
- [58] Giorgini P., Mylopoulos J., Nicchiarelli E., Sebastiani R. Formal Reasoning Techniques for Goal Models. S. Spaccapietra, S. March, K. Aberer (Eds.) *Journal on Data Semantics I*. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2800. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 1-20, 2003. DOI: 10.1007/978-3-540-39733-5_1
- [59] Romero O., Abelló A. A Survey of Multidimensional Modeling Methodologies. *International Journal of Data Warehousing and Mining*. 2009; 5(2):1-23. DOI: 10.4018/jdwm.2009040101
- [60] Breslin M. Data Warehousing Battle of the Giants: Comparing the Basics of the Kimball and Inmon Models. *Business Intelligence Journal*. 2004; 9(1):6-20. Available at: <http://www.bi-bestpractices.com/view-articles/4768> (accessed 12.04.2018).
- [61] Romero O., Abelló A. Multidimensional Design. A.M. Tjoa, J. Trujillo (Eds) *Data Warehousing and Knowledge Discovery. DaWaK 2006*. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 4081. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 85-94, 2006. DOI: 10.1007/11823728_9
- [62] Prat N., Akoka J., Comyn-Wattiau I. A UML-based Data Warehouse Design Method. *Decision Support Systems*. 2006; 42(3):1449-1473. DOI: 10.1016/j.dss.2005.12.001
- [63] Winter R., Strauch B. A Method for Demand-Driven Information Requirements Analysis in DW Projects. *Proceedings of 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Big Island, HI, USA, pp. 231-239, 2003. DOI: 10.1109/HICSS.2003.1174602
- [64] Hüsemann B., Lechtenböcker J., Vossen G. Conceptual Data Warehouse Modeling. M. Jeusfeld, H. Shu, M. Staudt, G. Vossen (Eds.) *Proceedings of the 2nd International and Workshop on Design Management of Data Warehouses. Stockholm, Sweden: June 5-6, 2000. CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 28, pp. 6.1-6.11. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-28/paper6.pdf> (accessed 12.04.2018).
- [65] Golfarelli M., Rizzi S. A Methodological Framework for Data Warehouse Design. *Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP '98)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 3-9, 1998. DOI: 10.1145/294260.294261
- [66] Prakash N., Gossain A. Requirements driven data warehouse development. *Proceedings of the 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE'03). Klagenfurt/Velden, 16-20 June 2003. CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 74, pp. 13-16. Available at: http://ceur-ws.org/Vol-74/files/FORUM_04.pdf (accessed 12.04.2018).
- [67] Giorgini P., Rizzi S., Garzetti M. Goal-oriented requirement analysis for data warehouse design. *Proceedings of the 8th ACM international workshop on Data warehousing and OLAP (DOLAP '05)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 47-56, 2005. DOI: 10.1145/1097002.1097011
- [68] Inmon W.H. Building the data warehouse. 2nd ed. N.Y.: Wiley Computer Pub, 1998. 432 p.
- [69] Song I., Khare R., Dai B. SAMSTAR: A Semi-Automated Lexical Method for Generating STAR Schemas from an ER Diagram. *Proceedings of ACM 10th International Workshop on Data Warehousing and OLAP*. Lisbon, Portugal: ACM Press, pp. 9-16, 2007. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.705.8110&rep=rep1&type=pdf> (accessed 12.04.2018).
- [70] Romero O., Abelló A. Automating Multidimensional Design from Ontologies. *Proceedings of the ACM tenth international workshop on Data warehousing and OLAP (DOLAP*



- '07). Lisbon, Portugal: ACM Press, pp. 1-8, 2007. DOI: 10.1145/1317331.1317333
- [71] Vrdoljak B., Banek M., Rizzi S. Designing Web Warehouses from XML Schemas. Y. Kambayashi, M. Mohania, W. W'fl (Eds.) *Proceedings of the 5th International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK 2003)*. Lecture Notes of Computer Science, Vol. 2737. Prague, Czech Republic: Springer, pp. 89-98, 2003. DOI: 10.1007/978-3-540-45228-7_10
- [72] Moody D.L., Kortink M.A. From Enterprise Models to Dimensional Models: A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Design and Management of Data Warehouses*. Stockholm, Sweden: June 5-6, 2000. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 28, pp. 5.1-5.12. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-28/paper5.pdf> (accessed 12.04.2018).
- [73] Ramesh B., Jarke M. Toward reference models for requirements traceability. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 2001; 27:58-93. DOI: 10.1109/32.895989
- [74] Mazón J.N., Trujillo J., Lechtenborger J. Reconciling Requirement-Driven Data Warehouses with Data Sources Via Multidimensional Normal Forms. *Data & Knowledge Engineering*. 2007; 63(3):725-751. DOI: [dx.doi.org/10.1016/j.datak.2007.04.004](https://doi.org/10.1016/j.datak.2007.04.004)
- [75] Phipps C., Davis K.C. Automating Data Warehouse Conceptual Schema Design and Evaluation. *Proceedings of the 4th International Workshop on Design and Management of Data Warehouses*. Toronto, Canada, May 27, 2002. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 58, pp. 23-32. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-58/hiphps-davis.pdf> (accessed 12.04.2018).
- [76] Bonifati A., Cattaneo F., Ceri S., Fuggetta A., Paraboschi S. Designing Data Marts for Data Warehouses. *ACM Transactions Software Engineering and Methodology (TOSEM)*. 2001; 10(4):452-483. DOI: 10.1145/384189.384190
- [77] Böhnlein M., Ulbrich-vom Ende A. Deriving Initial Data Warehouse Structures from the Conceptual Data Models of the Underlying Operational Information Systems. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Data Warehousing and OLAP (DOLAP '99)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 15-21, 1999. DOI: 10.1145/319757.319780
- [78] Cabibbo L., Torlone R. A Logical Approach to Multidimensional Databases. H.-J. Schek, F. Saltor, I. Ramos, G. Alonso (Eds.) *Advances in Database Technology – EDBT '98. Proceedings of the 6th International Conference on Extending Database Technology*. Valencia, Spain, March 23-27, 1998. Lecture Notes of Computer Science, Vol. 1377. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 183-197, 1998. DOI: 10.1007/BFb0100972
- [79] Zhijuan W., Hongchang W., Xuefang W. A Data Warehouse Design Method. 2012. Pp. 2063–2066.
- [80] Regardt O., Rönnbäck L., Bergholtz M., Johannesson P., Wohed P. *Anchor Modeling*. A.H. Laender, S. Castano, U. Dayal, F. Casati, J.P. Oliveira (Eds.) *Proceedings of the 28th International Conference on Conceptual Modeling (ER '09)*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 234–250, 2009. DOI : 10.1007/978-3-642-04840-1_19
- [81] Khouri S., Bellatreche L., Marcel P. Une démarche de conception d'un entrepôt sémantique matérialisant les données et les besoins // Ingénierie des Systèmes d'Information. 2012. Vol. 17, issue 5. Pp. 9-34. DOI: 10.3166/isi.17.5.9-34
- [82] Sebaa A., Chikh F., Nouicer A., Tari A. Research in Big Data Warehousing using Hadoop. *Journal of Information Systems Engineering & Management*. 2017; 2(2)10. DOI: 10.20897/jisem.201710
- [83] Carmè A., Mazón J.N., Rizzi S. A Model-Driven Heuristic Approach for Detecting Multidimensional Facts in Relational Data Sources. M.K. Mohania, A.M. Tjoa (Eds.) *Data Warehousing and Knowledge Discovery. Proceedings of the 12th International Conference (DaWaK 2010)*. Bilbao, Spain, August 30 - September 2, 2010. Lecture Notes of Computer Science, Vol. 6263. Bilbao, Spain: Springer, pp. 13-24, 2010. DOI: 10.1007/978-3-642-15105-7_2
- [84] Linstedt D., Graziano K., Hultgren H. The New Business Supermodel. The Business of Data Vault modelling, 2nd edition. 2009.
- [85] Boukhari I., Bellatreche L., Khouri S. Efficient, Unified, and Intelligent User Requirement Collection and Analysis in Global Enterprises. *Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (IIWAS '13)*. ACM, New York, NY, USA, pp. 686, 2013. DOI: 10.1145/2539150.2539263
- [86] Boukhari I., Jean S., Ait-Saadoun I., Bellatrech L. The role of user requirements in data repository design. *International Journal of Software Tools for Technology Transfer*. 2018; 20(1):19-34. DOI: 10.1007/s10009-016-0443-0
- [87] Kimball R., Ross M. The Data Warehouse Toolkit. 2nd Edition. Wiley Computer Publishing, 2002. 464 p.
- [88] Adamson C. Mastering Data Warehouse Aggregates: Solutions for Star Schema Performance. Wiley, 2006.
- [89] Zeggar B., Bouabdallah A. Elaboration d'une solution de dashboarding pour le pilotage des entreprises: Ecole Nationale Supérieure d'Informatique, 2011.
- [90] El Golli I.G. Ingénierie des Exigences pour les Systèmes d'Information Décisionnels: Concepts, Modèles et Processus (la méthode CADWE): Thèse de Doctorat. Université Paris-Panthéon-Sorbonne, Paris, 2008. (Français) Available at: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00363878/document> (accessed 12.04.2018).
- [91] Audibert L. Unified Modeling Language UML 2, De l'apprentissage à la pratique (cours et exercices). Ellipses, P., 2009.
- [92] Fernandez A. Les nouveaux tableaux de bord des managers: Le projet BusinessIntelligence clés en main. 6ème édition. Eyrolles, 2013. 468 p.
- [93] Tourreau G. Le guide de survie C#. Pearson, 2010. 352 p.

Submitted 12.04.2018; revised 20.06.2018;
published online 30.06.2018.

About the author:

Mekid Lyes, Post-graduate student, Department of Computer Science, Plekhanov Russian University of Economics (36 Stremyanny Lane, Moscow 117997, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3753-1318>, lyesmekid@gmail.com



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

