

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ФОРМАЛИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Э. А. Бабкин, А. С. Фомина

*ГУ-ВШ, г. Нижний Новгород*

Поступила в редакцию 19.01.2011 г.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные проблемы представления профессиональных знаний в предметной области логистики. С целью определения ключевых методов построения формальной онтологии логистики был проведен обзор научных работ, в которых исследованы принципы построения таких онтологий и проанализированы фрагменты полученных онтологий. Анализ исследований в области инженерии онтологий показал, что большинство исследователей используют в качестве референтной модели Supply Chain Operations Reference Model, которая представляет собой описание системы бизнес процессов, метрик, лучших практик и технологических приемов для поддержки унифицированного взаимодействия участников цепочек поставок и повышения эффективности управления логистическими операциями.

**Ключевые слова:** онтология; логистика; цепь поставок; управление цепью поставок; референтная модель цепи поставок.

**Annotation.** The article considers main problems of representing professional knowledge in the domain of logistics. In order to determine key methods for development of formal ontology of logistics authors carried out survey of scientific publications which investigate principles of logistic ontology design and disclosure some ontology extracts. Our research in the domain of ontology engineering shows that most of researchers exploit Supply Chain Operations Reference Model as a primary reference model during design of ontology of logistics. That reference model represents systematic description of the business-processes, metrics, best practices and technological techniques facilitating unified interaction of supply chains participants and increasing efficiency of supply chain management.

**Keywords:** ontology; logistics; supply chain; supply chain management; supply chain operations reference model (SCOR).

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Логистика сегодня – это нечто большее, нежели планирование, контроль, реализация и управление потоками материалов, продуктов, а также информационных потоков по всей цепи создания добавленной стоимости. Причина этому в постоянном усложнении процессов логистики, в увеличении числа участвующих и заинтересованных сторон. Столь сложные системы не могут управляться централизованно. Распределенная среда создает дополнительные сложности. Обмен необходимой информацией и принятие решений, оптимизация логистических процессов – одни из основных задач, решение которых критично для функционирования логистических систем.

В настоящее время не существует единого программного обеспечения, которое обеспечи-

вало бы решение задач построения и оптимизации логистических операций. Однако существуют специализированные оптимизационные пакеты прикладных программ. Следовательно, необходимо обеспечить высокий уровень интероперабельности и интеграции. Полученные на данный момент научные результаты формируют основу для семантической интеграции разнородной логистической информации.

Ключевым элементом, способным обеспечить интеграцию, является онтология знаний рассматриваемой предметной области. Онтологии предоставляют словарь, описывающий предметную область, и являющийся общей базой знаний для всех участников логистической системы.

Целью работы является выделение и анализ основных подходов к построению формальной системы понятий области логистики – формальной онтологии логистики.

## 2. ЛОГИСТИКА КАК ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ

Доналд Уотерс дает следующее определение термина “логистика” [2]: “Логистика – это функция, отвечающая за материальный поток, идущий от поставщиков в организацию, проходящий через операции внутри организации и затем уходящий к потребителям”.

В реальной жизни организации не действуют изолированно друг от друга. Каждый продукт имеет свою собственную и уникальную цепь поставок. Для примера: цепь поставок для Levi’s начинается с выращивания хлопка на полях, а заканчивается моментом, когда потребитель покупает джинсы в магазине. Таким образом, цепь поставок состоит из ряда видов деятельности и организаций, через которые материалы проходят во время своего перемещения от поставщиков начального уровня до конечных потребителей.

В настоящее время основной тенденцией логистики является переход от противодействия (конкуренции) к сотрудничеству и интеграции. Можно выделить три уровня интеграции (рис. 1):

- на первом из них логистика осуществляется в виде отдельных видов деятельности в каждой организации;
- на втором происходит внутренняя интеграция, когда эти виды деятельности объединяются в единую функцию;
- на третьем происходит внешняя интеграция, когда организации интегрируют деятельность в большей части цепи поставок.

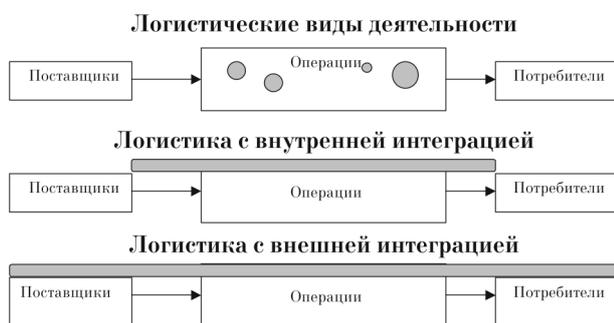


Рис. 1. Три уровня логистической интеграции

Логистика отвечает за прохождение материального потока через цепь поставок. Эта функция также называется управлением цепью поставок (SCM, supply chain management). При этом некоторые специалисты полагают, что

логистику следует определять более узко, ограничивая ее перемещением материалов в пределах одной организации. В то время как управление цепью поставок отвечает за перемещение материалов через связанные друг с другом организации.

Интересной с точки зрения определения различий логистики и управления цепью поставок является статья С. Рассела (Stephen Russell) [8]. Автор статьи отслеживает эволюцию понятия «управление цепью поставок», введенное в 1982 году К. Оливером (Keith Oliver). В 1985 Дж. Хоулихан (J.V. Houlihan) расширил значение термина, особенно отметив эффективность и взаимные выгоды от совместного использования информации и координированного принятия решений в цепи поставок.

В такой ситуации важность информационных технологий сложно переоценить. Системы ERP (Enterprise Resource Planning) с использованием модулей SCM (Supply Chain Management) позволяют охватить всю систему поставок между несколькими предприятиями, осуществляя управление из единого центра. Опыт показывает, что системы ERP с модулем SCM позволяют увеличить скорость прохождения заказа в 6 раз и в 2 раза повысить удовлетворенность клиентов параметрами логистического сервиса. Модуль управления цепочками поставок представляет собой процесс организации планирования, исполнения и контроля потоков сырья, материалов, незавершенного производства, готовой продукции, а также обеспечения эффективного и быстрого сервиса за счет получения оперативной информации о перемещениях товара. SCM-система обеспечивает планирование ресурсов и информационное сопровождение на протяжении всего жизненного цикла продукта – от заказа на разработку до послепродажного сервиса и утилизации, SCM система позволяет планировать и управлять ресурсами при создании уникальных продуктов. По данным аналитических компаний AMR Research, Forrester Research, успешное внедрение систем управления цепочками поставок дает компаниям такие преимущества как:

- рост прибыли;
- сокращение времени и стоимости обработки заказа;
- сокращение времени выхода на рынок;
- сокращение закупочных издержек, складских запасов и производственных запасов.

Система управления цепочками поставок создает единое информационное пространство для всех компаний, участвующих в производстве продукта, его транспортировке, продаже и пост-продажном обслуживании. Благодаря этому повышается уровень обслуживания и появляются дополнительные возможности для клиента, такие как, например, отслеживание состояния заказа в режиме реального времени.

На пути успешного проектирования и реализации информационных систем для этой задачи существует, по крайней мере, две сложности. Во-первых, это необходимость рассмотрения различных целей многочисленных участников цепи поставок (поставщики, производители, склады, розничные продавцы, покупатели) и необходимость поиска компромисса. Второй сложностью является то, что даже небольшое изменение в каком-то звене цепи поставок может неблагоприятно повлиять на эффективность функционирования цепи поставок в целом.

### 3. ОБЗОР ПОДХОДОВ К ПОСТРОЕНИЮ ФОРМАЛЬНОЙ ОНТОЛОГИИ ЛОГИСТИКИ

Онтология включает в себе некоторое понимание конкретной предметной области, которое выражается как набор концептов (сущностей, их атрибутов), их определений и взаимосвязей между ними.

В области искусственного интеллекта, информационных систем термин «онтология» используется для обозначения базы знаний некоторой предметной области, которое может быть использовано как общая система взглядов и позволяющее решить следующие проблемы:

1. Слабые коммуникации между участниками предметной области;
2. Отсутствие взаимодействия систем;
3. Невозможность совместного и повторного использования накопленных знаний.
4. С помощью онтологии можно «перекинуть мостик» между новыми понятиями, с которыми система еще не встречалась, и описаниями уже известных классов, отношений, свойств и объектов реального мира.

Переходя к вопросу о практическом использовании онтологий в логистике и управлении цепями поставок, остановимся прежде всего на работе А. Ахмада, М. Моллахасеми и Л. Рабело (Ali Ahmad, Mansooreh Mollaghasemi, Luis Rabelo) [3]. В качестве основной черты цепи

поставок эти авторы рассматривают большое количество заинтересованных, вовлеченных сторон (stakeholders), или участников этой цепи. К ним относятся поставщики, производители, склады, розничные продавцы, покупатели. Наличие онтологии управления цепью поставок позволит улучшить процесс совместного использования накопленных знаний и коммуникации между многочисленными участниками цепи. В статье авторы описывают подход к построению общей онтологии для управления цепью поставок, которая впоследствии может быть расширена и «заточена» под конкретные задачи.

Для построения онтологии управления цепью поставок авторы применяют подход, представленный на рисунке 2.

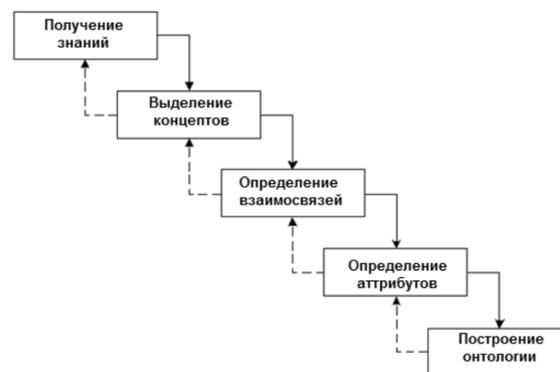


Рис. 2. Подход к конструированию онтологии управления цепью поставок [3]

Онтология для управления цепям поставок охватывает различные понятия области управления цепью поставок и их взаимосвязи. Понятия, включенные в онтологию, охватывают различные звенья цепи поставок, ее функции, принимаемые решения, существующие в цепи потоки.

Звенья цепи поставок, представленные в онтологии авторов: производители, поставщики, перевозчики, склады, розничные продавцы, покупатели. Каждому из этих понятий принадлежат некоторые детали (свойства). Например, для поставщика: адрес поставщика, контактная информация, поставляемые товары (материалы), цены и т.д.

Функции цепи поставок следующие: создание продукта, маркетинг, распределение, финансы, обслуживание клиентов. Некоторые из функций выполняются одним звеном цепи

поставок, другие охватывают несколько звеньев. Функции способствуют существованию потоков информации, денежных средств и продуктов между звеньями. Внутри каждого звена существуют собственные циклы заказов (order cycles), – заказ от клиента, заказ на пополнение, производство, закупка. Каждый из циклов имеет собственные характеристики и триггеры. Например, цикл заказа от клиента начинается, когда заказ от клиента получен и заканчивается, когда потребности клиента удовлетворены и получены оплата от клиента.

Авторы отмечают, что онтология была валидирована с использованием двух конкретных ситуаций (case studies). В качестве дальнейших шагов по работе над онтологией для управления цепями поставок авторы указывают согласование ее с моделью SCOR (Supply Chain Operation Reference model).

В своей работе Л. Юкинг, Л. Чен (Lu Yiqing, Li Chen) [6] также отмечают важность использования модели SCOR и необходимость использования общей базы знаний для улучшения координации между участниками цепи поставок. В своей работе авторы описывают онтологию цепи поставок и обсуждают возможные правила и заключения на примере выбора поставщика. Также они предлагают координационную модель цепи управления поставками, построенную на основе онтологии.

Используя построенную онтологию, авторы статьи иллюстрируют применение правил и заключений для выбора поставщика. Они предполагают, что каждый производитель имеет специальный оценочный индекс, который включает такие показатели, как исполнение, качество, возможности и среда. Когда производителю необходимо закупить материалы, ему следует выбрать поставщика, при этом следует учитывать требования, налагаемые на индекс, показатели и стоимость материалов. С использованием предикатной логики строятся правила для выбора наилучшего поставщика.

В качестве дальнейшего шага своей работы авторы отмечают согласование онтологии цепи управления поставок и сервис-ориентированных структур и построение модуля на основе веб-сервиса.

Модели логистики в информационных системах описывают процессы, организации, средства транспортировки, товары и услуги, которые вовлечены в процессы логистики. Про-

блемой большинства таких моделей является недостаток формальной семантики, что как следствие, препятствует интеграции данных (например, между организациями).

Дж. Леукель и С. Кирн (Joerg Leukel, Stefan Kirn) в работе [4] используют понятия области управления цепью поставок для разработки обоснованной модели межорганизационной логистики. Для построения этой модели авторы предлагают использовать формальную онтологию на основе существующего запаса знаний, содержащегося в модели SCOR. Таким образом модель SCOR используется как база для описания процессов логистики, их свойств и отношений в форме нескольких онтологий. Первая онтология – онтология логистики верхнего уровня (logistics top level ontology) (рис. 3).

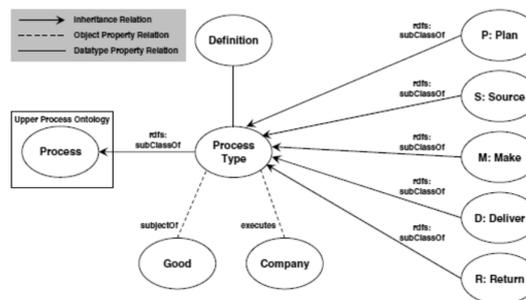


Рис. 3. Онтология логистики верхнего уровня [4]

Цель этой онтологии – определить границы онтологии. SCOR определяет пять процессов, которые являются подпроцессами общего класса “процесс”. Также авторы статьи включают две дополнительные сущности, невыраженные явно в модели SCOR. Во-первых, товары – являются субъектом логистического процесса. Во-вторых, логистический процесс выполняется силами организации.

Затем рассматривается онтология процесса логистики (logistics process type ontology) (рис. 4)

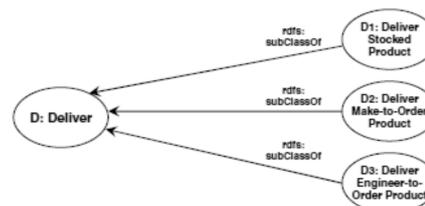


Рис. 4. Онтология процесса логистики [4]

Эта онтология дает определение стратегий, лежащих в основе процесса. В модели SCOR существуют три стратегии, которые описывают состояние товара:

- On stock (на складе)
- Made-to-order (товар был произведен по заказу пользователя)
- Engineered-to-order (товар был спроектирован и произведен в соответствии с конкретным требованием пользователя)

На уровне ниже находится онтология категорий логистических процессов (Logistics Process category Ontology) (рис. 5)

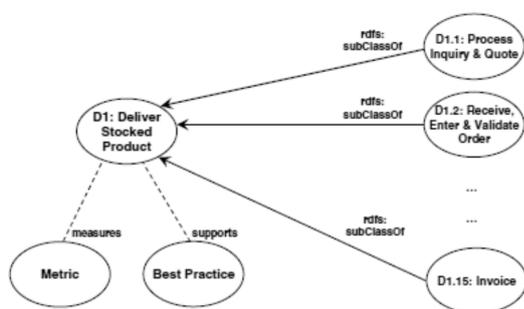


Рис. 5. Онтология категорий логистических процессов [4]

Эта онтология дает детальное описание логистического процесса, включает сущности, описывающие элементы процесса, метрики, практический опыт.

В качестве примера онтологии логистического процесса приводится онтология метрики (рис. 6).

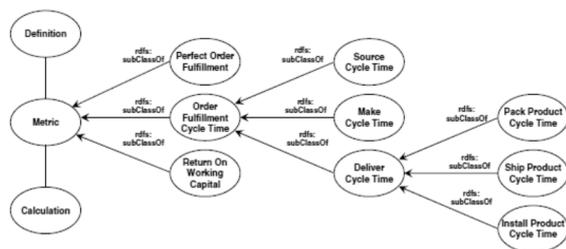


Рис. 6. Онтология метрики [4]

Исследование, проведенное авторами, может рассматриваться как начальный этап построения семантического описания предметной области логистики. Описание имеет свои ограничения и требует дальнейшего изучения и углубления.

М. Файез, М. Моллахасеми и Л. Рабело (Mohamed Fayez, Mansooreh Mollaghasemi, Luis Rabelo) в работе [7] исследуют вопрос использования онтологий для построения имитационных моделей цепей поставок. Основной особенностью при моделировании является необходимость моделирования их с учетом динамичной, часто географически распределенной и разнородной среды, в которой находятся цепи поставок. Авторы статьи предлагают свой подход к построению подобных моделей, основанный на онтологиях и позволяющий зафиксировать требуемую информацию для построения имитационной модели. В своей работе авторы выделяют три проблемы, которые препятствуют эффективному имитационному моделированию цепей поставок: цепи поставок не бывают статичными, цепи поставок сложны, организации тратят огромные средства на информационные технологии.

Авторы статьи видят решение этих проблем в определении четырех уровней в цепи поставок: уровень цепи поставок, уровень организации, уровень элемента организации, уровень взаимосвязей между организациями. Затем, необходимо составить онтологию цепи поставок, которая будет включать все знания, накопленные в цепи поставок. Наконец, следует дополнить онтологию понятиями, специфичными для имитационного моделирования. В результате своего исследования авторы также пришли к выводу, что онтология цепи поставок должна быть сконструирована на основе модели SCOR.

## 5. ОБЗОР SCOR-МОДЕЛИ

Многие исследователи и разработчики онтологий для управления цепью поставок ссылаются на SCOR-модель, как на своего рода базу знаний в этой области.

Референтная модель цепи поставок – Supply Chain Operations Reference model (SCOR-модель), – была разработана и развивается международным Советом по цепям поставок (Supply Chain Council, сокращенно – SCC) в качестве межотраслевого стандарта управления цепями поставок. Совет по цепям поставок был создан в 1996 году как независимая некоммерческая организация. На сегодняшний день в него входят уже 800 ведущих компаний мира, среди которых производители, дистрибьюторы, провайдеры логистических услуг, разработчики

программного обеспечения. Модель SCOR была разработана, чтобы дать компаниям возможность общаться на языке общих стандартов, сравнивать себя с конкурентами, учиться у компаний данной отрасли и у компаний иных отраслей.

SCOR-модель охватывает следующие сферы (рис. 7) [9]:

- управление отношениями с потребителями товаров (от получения заказа на доставку до оплаты счета);
- управление материальными (товары) и нематериальными (услуги) потоками, идущими от поставщиков поставщиков до потребителей потребителей;
- управление отношениями с поставщиками.

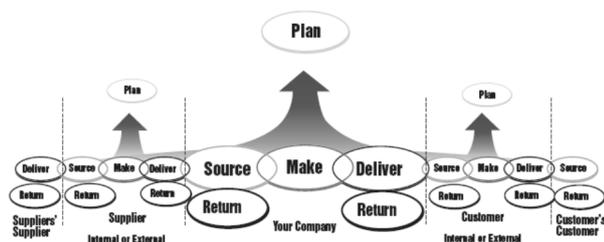


Рис. 7. Сферы, охватываемые SCOR-моделью (в соответствии с SCC) [9]

Формализм SCOR основан на выделении пяти базисных бизнес-процессов: Plan, Source, Make, Deliver, Return.

Интеграция SCOR-модели в информационных системах предприятия позволяет:

- Лучше организовать работу SCM модулей с внешними и внутренними процессами предприятия;
- Совершенствовать существующие процессы.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы было представлено современное определение предметной области логистики. Интересным представляется разграничение понятий логистики и управления цепью поставок, рассмотренное в работе. Управление цепью поставок получило развитие в 1990-х годах, когда вопросы интеграции между организациями стали главной темой исследований ученых и практиков логистики. В настоящее время совместное использование информации и координированное принятие решений – основные

принципы, влияющие на эффективность логистической системы.

В результате анализа результатов большого числа исследовательских проектов было подтверждено, что наличие формальной онтологии управления цепью поставок повысит возможность взаимодействия различных звеньев цепи поставок. Использование онтологии для проектирования и создания информационной системы управления цепью поставок приведет к созданию легко интегрируемой и многократно используемой базы знаний. Это, в свою очередь, будет способствовать повышению эффективности процесса совместного использования накопленных знаний и коммуникаций между многочисленными участниками цепи поставок.

По результатам проведенного анализа научных работ различных авторов, определяющих принципы построения онтологий логистики, было выделено несколько методологических принципов. Было отмечено, что большинство исследователей используют Supply Chain Operations Reference Model (SCOR-model) в качестве референтной модели. Данная модель содержит описание системы бизнес-процессов, метрик, лучших практик и технологических приемов для поддержки унифицированного взаимодействия участников цепочек поставок и повышения эффективности управления логистическими операциями.

Данная работа выполнялась в рамках коллективного исследовательского проекта «Учитель-ученик» «Разработка формальной онтологии предметной области логистики и алгоритмических методов семантической интеграции информационных моделей на ее основе».

Проект в настоящее время продолжается и предстоит большое количество активностей, связанных с ним. Среди ближайших целей – кодификация предметной области логистики в формат OWL. Для этого следует определить, какая база знаний будет наиболее подходящей для решения задач проекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овдей О. М. Обзор инструментов инженерии онтологий / О.М. Овдей, Г.Ю. Проскудина // Журнал «Электронные библиотеки». – 2004г. – Выпуск 4.
2. Уотерс Д. Логистика. Управление цепью поставок: Пер. с англ. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 503 с. – (Серия «Зарубежный учебник»).
3. Ali Ahmad, Mansooreh Mollaghasemi, Luis Rabelo. Ontologies for Supply Chain Management // IIE Annual Conference. – 2003.

4. Joerg Leukel and Stefan Kirn. A Supply Chain Management Approach to Logistics Ontologies in Information Systems // Business Information Systems. – 2008. – P. 95–105.

5. *Johannessen, Stig and Solem, Olav*. Logistics Organizations: Ideologies, Principles and Practice / Stig Johannessen and Olav Solem // The International Journal of Logistics Management. – 2002. – Vol. 13, No.1. – P. 31–42.

6. *LuYiqing, Li Chen*. Decision-Making for Supplier Selection Based on Ontology and Rules // 2009 Second International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation.

7. Mohamed Fayeze, Luis Rabelo, Mansooreh Mollaghasemi. Ontologies for Supply Chain Simulation

Modelling // Proceedings of the 37th conference on Winter simulation. – 2005. – P. 2364–2370.

8. *Russel, Stephen*. Supply Chain Management: More Than Integrated Logistics // Air Force Journal of Logistics. – Vol. 31, No. 2. – P. 55–63.

9. SCOR overview. Version 9.0. www.supply-chain.org.

10. *Solem, Olav*. Epistemology and Logistics: A Critical Overview / Olav Solem // Systemic Practice and Action Research. – 2003. – Vol. 16, No. 6. – P. 437–454.

11. *Van Gigch, J. P.* (1993). Metamodeling: The epistemology of system science. Syst. Pract. 66, 251–258.

**Бабкин Э. А.** – профессор, ГУ-ВШЭ в Нижнем Новгороде, E-mail: eababkin@hse.ru

**Фомина А. С.** – магистр направления Бизнес-информатика, ГУ-ВШЭ в Нижнем Новгороде, E-mail: alyona.fomina@gmail.com

**Babkin E. A.** – professor, State University – Higher School of Economics, Nizhniy Novgorod, eababkin@hse.ru

**Fomina A. S.** – Master Student in Business Informatics, Nizhniy Novgorod, E-mail: alyona.fomina@gmail.com