

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕГРАЦИИ ОНТОЛОГИЙ В АРХИТЕКТУРУ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ИНТЕРНЕТ-ПРОВАЙДЕРА

IMPROVING METHODS FOR INTEGRATING ONTOLOGIES INTO THE MANAGEMENT ARCHITECTURE OF AN INTERNET SERVICE PROVIDER'S ORGANIZATIONAL SYSTEMS

N. Polyakov

Summary. The research is devoted to the analysis of the problems of creation, development and maintenance of ontologies as a key component of information support for organizational systems management systems in the segment of Internet service providers. The article discusses the theoretical foundations and methods of ontological modeling, the integration of ontologies into management decision-making processes, as well as software tools to support semantic models in the information and telecommunications industry. The focus is on the issues of efficiency, quality and actualization of ontologies in the context of digital business transformation.

Keywords: ontology, information and telecommunications industry, multi-level ontologies, top-level ontologies, specialized ontologies, semantic compatibility, computational frameworks.

Поляков Николай Александрович

Аспирант АО ЧУВО «Московский финансово-юридический университет МФЮА»
polyakov.na@yandex.ru

Аннотация. Исследование посвящено анализу проблем создания, развития и сопровождения онтологий как ключевого компонента информационного обеспечения систем управления организационными системами в сегменте интернет-провайдеров. Рассматриваются теоретические основы и методы онтологического моделирования, вопросы интеграции онтологий в процессы принятия управленческих решений, а также программные средства для поддержки семантических моделей в информационно-телекоммуникационной отрасли. Акцент делается на проблемах эффективности, качества и актуализации онтологий в условиях цифровой трансформации бизнеса.

Ключевые слова: онтология, информационно-телекоммуникационная отрасль, многоуровневые онтологии, верхнеуровневые онтологии, специализированные онтологии, семантическая совместимость, вычислительные системы.

Введение

Развитие организационных систем в информационно-телекоммуникационной отрасли сопровождается усложнением бизнес-процессов и значительным ростом объёма разнородных данных. Для эффективного управления и оптимизации таких систем необходимы формализованные модели, обеспечивающие структурирование информационных потоков и поддержку алгоритмов принятия решений. В этих условиях онтологическое моделирование становится важнейшим инструментом, способствующим интеграции, автоматизации и интеллектуализации процессов управления интернет-провайдером. Особую актуальность приобретает совершенствование методов интеграции онтологий в информационное и программное обеспечение систем управления. Именно такие подходы отвечают задачам повышения эффективности, качества и надёжности организационных систем в условиях цифровой трансформации и возрастающей сложности инфраструктуры.

Целью работы является анализ и совершенствование методов интеграции онтологий в архитектуру управления организационными системами интернет-провайдера.

Задачи исследования:

- выполнить аналитический обзор литературы по вопросам создания и эволюции онтологий в отрасли информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);
- систематизировать основные проблемы при внедрении онтологического моделирования в деятельность интернет-провайдера;
- проанализировать решения и программные средства для поддержки онтологий, оценить их применимость в бизнесе интернет-провайдера;
- разработать рекомендации по сопровождению, обновлению и интеграции онтологий с целью повышения адаптивности и эффективности бизнес-процессов интернет-провайдера.

В работе использованы методы системного и онтологического анализа, сравнительного обзора, а также элементы процессного моделирования, семантических и информационных технологий.

Результаты анализа и их обсуждение

Онтологии, как семантически насыщенные и структурированные модели знаний, сегодня рассматриваются

не просто как вспомогательный компонент информационных систем, а как стратегический инструмент цифровой трансформации предприятий и отраслей. Особенно велика их значимость в информационно-коммуникационной сфере, где точность определения понятий и процессов необходима для успешной интеграции данных и автоматизации управления. Как отмечает автор [1], онтология включает описание классов, свойств, типов значений, экземпляров, функций, отношений и аксиом, а её развитие предполагает модульность и совместную работу экспертов различных профилей. Это делает актуальной задачу поддержки многоверсионности и совершенствования средств сопровождения и отладки онтологий, включая программные инструменты и организационные механизмы.

В ИКТ-отрасли онтологии востребованы для систематизации корпоративных знаний, поддержки научных исследований, интеграции различных информационных систем и автоматизации управленческих решений. Особое значение приобретает переход к созданию семантических связей между разнородными данными: на первый план выходит не только сам факт передачи информации, но и её контекстное значение. Эту тенденцию закрепляют международные и российские стандарты, включая ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021 [2], определяющие требования к построению, описанию и интеграции онтологий в рамках организационных систем. Тем не менее, несмотря на развитие системы стандартов, остаются дискуссионными вопросы классификации базовых понятий, оценки качества онтологий и согласованности критерии их полноты и глубины [3]. Недостаточная унификация затрудняет широкое использование онтологий, особенно в задачах взаимодействия между организациями.

Тем временем интерес к онтологическим технологиям только растёт. Wache и коллеги [4] провели один из первых комплексных анализов подходов к созданию онтологий, отметив их сильные стороны и направления дальнейшего развития интеграционных процессов. По их мнению, онтологии способствуют не только упорядочиванию терминологии, но и создают основу для автоматизации анализа, внедрения масштабируемых платформ и обмена знаниями между корпоративными системами.

Указанный подход отражается и в определении онтологии как системы понятий предметной области и связей между ними [4], что позволяет эффективно интегрировать разнообразные источники данных и разрабатывать новые аналитические решения. Важным преимуществом считается возможность согласования сразу нескольких онтологий внутри одной системы (interoperability), что является ключом к построению гибкой организационной архитектуры в современной ИКТ-среде. Основные сценарии использования онтологий с их характеристиками приведены в таблице 1.

Таблица 1.
Подходы к использованию онтологий в ИКТ

Подход	Описание	Преимущества	Недостатки
Интеграция на уровне процессов (глобальная онтология)	Построение универсальной онтологии, охватывающей всю предметную область	Целостность, системность, унификация терминологии	Высокие трудозатраты, сложность сопровождения
Медиационные подходы	Использование медиаторов для преобразования запросов между различными онтологиями	Гибкость, возможность работы с разными моделями	Трудности реализации, масштабируемость
Интеграция на уровне моделей данных (локальные онтологии)	Множество локальных онтологий с последующим семантическим сопоставлением	Адаптивность, сниженные требования к согласованию	Необходимость согласования локальных представлений
Интеграция на уровне метаданных (аннотирование)	Дополнение данных метаинформацией для повышения интерпретируемости	Улучшение поиска и обработки информации	Сложность аннотирования, высокие требования к качеству метаданных

Как следует из анализа, внедрение каждой стратегии связано с неизбежным выбором между целостностью и гибкостью: интеграция на уровне процессов позволяет достигнуть максимальной унификации, но уступает в адаптивности, тогда как медиационные, модельные и аннотативные подходы обеспечивают динамическое развитие системы ценой усложнения сопоставления и координации. Однако истинная глубина онтологического подхода раскрывается не только в спектре технологий интеграции, но и в понимании стратегических вызовов, которые встают перед ИКТ-отраслью на пути к масштабному внедрению онтологий (таблица 2).

Особую актуальность в современных условиях приобретает проблема согласования и интеграции разнородных данных между подразделениями и внешними системами, каждая из которых использует собственные термины и структуры представления информации.

По мнению авторов работы [5], онтологии способны эффективно устранить такую разобщённость, обеспечивая создание единого репозитория знаний и, благодаря этому, достигая не только синтаксической, но и семантической совместимости между корпоративными и отраслевыми платформами.

Таблица 2.
Стратегические вызовы и факторы успеха внедрения
онтологий в ИКТ

Ключевой вызов	Влияние на процессы интеграции	Факторы успешной реализации
Гетерогенность данных (форматы, структуры, семантика)	Усложняет сопоставление сущностей, требует мощных механизмов согласования	Применение стандартов, автоматизация мэппинга
Высокая стоимость и трудоемкость разработки оntологий	Замедляет внедрение, требует высококвалифицированных специалистов	Разработка инструментов повторного использования, методик автоматизации
Масштабируемость системы интеграции	Рост числа данных и оntологий ведет к экспоненциальному усложнению	Иерархизация и модульность оntологий, постоянная оптимизация архитектуры
Сложность междисциплинарного координирования	Неоднозначность терминов, разнотечения между экспертами	Создание процедур согласования, вовлечение представителей всех сегментов
Недостаток практических кейсов и инструментов	Снижение доверия и замедление освоения новых методов	Публикация успешных отраслевых примеров, развитие open-source решений

Последнее, в свою очередь, существенно повышает качество интеграции, поиска и анализа информации, что

становится ключевым фактором для цифровой трансформации организационных систем. Тем не менее, как отмечают Gómez-Pérez и соавт., внедрение оntологий в практических задачах управления знаниями и интеграции данных осложняется неоднородностью терминологии и форматов, а также отсутствием отработанных методик и примеров комплексного применения в масштабе отрасли. Кроме того, для построения эффективных оntологий требуется координированное взаимодействие специалистов разных сфер, выходящее за рамки формальной спецификации.

Таким образом, необходимость преодоления перечисленных барьеров на всех этапах — от сбора источников до интерпретации в рамках информационных систем — определяет значимость оntологий как промежуточного семантического уровня интеграции данных (рисунок 1).

Кроме того, создание верхнеуровневых оntологий, управляющих специализированными нижними уровнями, требует глубокого понимания как общей структуры, так и особенностей индивидуальных областей. Так, в исследовании [6] с одной стороны предпринята попытка единого понимания оntологии, а с другой обсуждается проблема обеспечения семантической совместимости между разными уровнями и областями. Авторы отмечают, что семантическая несовместимость представляет собой значительное препятствие, поскольку это требует согласования различных концепций и терминологий.

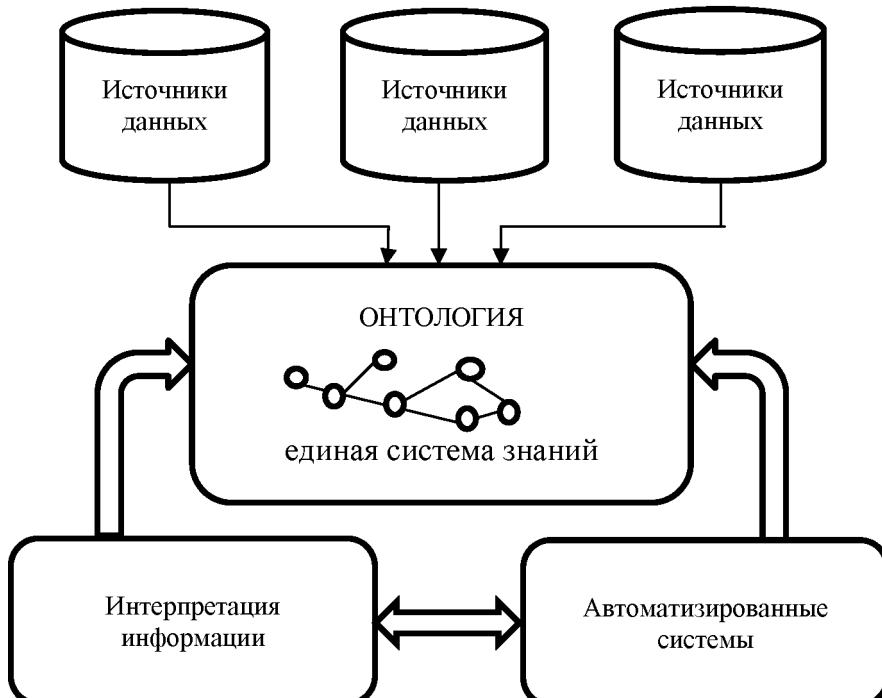


Рис. 1. Оntология как сквозная семантическая прослойка в ИКТ-среде

Источник: составлено автором



Рис. 2. Технологическая реализация онтологии в ИКТ-системах

Источник: составлено автором

Вопрос технологической реализации онтологий не менее важен, чем концептуальный. Motik [7] предлагает рассматривать использование таких языков, как OWL, RDF и Common Logic, как попытку формализовать онтологическое описание в машиночитаемом виде (рисунок 2).

Однако разнообразие стандартов по мнению авторов затрудняют обеспечение совместимости и эффективную интеграцию данных в информационно-коммуникационных системах.

Например, язык OWL 2, обеспечивая вычислимость, уступает по выразительности Common Logic, что ограничивает его применение в сложных корпоративных сценариях и может негативно влиять на масштабируемость и производительность систем.

Постоянная эволюция стандартов требует регулярного обновления онтологий и, как следствие, увеличивает издержки на сопровождение. Эти вызовы особенно заметны на фоне формирования коллективных знаний и развития «Семантической паутины». По мнению Gruber [8], широкое внедрение семантической разметки (RDF, OWL) способствует структурированию и автоматизации анализа данных как для пользователей, так и для интеллектуальных приложений. Комплексное сочетание многоуровневых онтологий и методов искусственного интеллекта позволяет автоматизировать актуализацию

знаний, что, по современным исследованиям в области машинного обучения, частично решает задачи масштабирования. Однако полноценная интеграция возможна только при наличии стандартов и эффективной организационной координации. В исследовании Noy [9] подчёркивается, что развитие форматов (OWL, CL) — ключевое условие межсистемной совместимости и обмена данными. Одновременно быстрые изменения стандартов усложняют жизненный цикл онтологий, повышая требования к их гибкости и увеличивая стоимость поддержки.

Выбор между выразительностью и разрешимостью становится стратегическим для архитектуры системы, как показывает Motik [7]: усиление логического вывода ведёт либо к ограничению формализации, либо к увеличению вычислительной нагрузки, что влияет на эффективность программно-аппаратных комплексов. Помимо сказанного, Gómez-Pérez [10] подчёркивает, что модульное построение онтологий иерархически облегчает интеграцию, повышая гибкость и управляемость. Тем не менее, организация взаимодействия между отраслевыми и специализированными моделями требует не только технических, но и междисциплинарных решений.

Интеграция онтологий определяет развитие Семантической Сети и Интернета вещей (IoT): Berners-Lee [11] отмечает, что сквозная согласованность онтологий существенно расширяет возможности интеллектуального

управления в IoT-платформах, что важно для динамичных отраслей. По Uschold [12], дальнейший прогресс невозможен без развития профессиональных компетенций, массовой подготовки специалистов и расширения международного сотрудничества, что ускоряет стандартизацию и внедрение на практике.

Для перехода от теории к практике необходимо соотнести выбор технологий и инструментов с реальными особенностями внедрения. На основании работы Гаркуши [13] в таблице 3 представлен сопоставительный анализ современных инструментов, востребованных в индустрии ИКТ.

Представленные инструменты могут быть адаптированы к конкретным потребностям провайдера кабельного интернета, как это демонстрирует кейс [14], где онтология служит для описания бизнес-процессов, цифровизации проектной документации и повышения эффективности управленческих решений.

Таблица 3.

Результаты сопоставительного анализа программного обеспечения, применяемого для работы с онтологиями

Программное обеспечение	Краткое описание	Преимущества	Ограничения
Protégé	Инструмент с открытым исходным кодом для создания и редактирования онтологий.	Обширный функционал, поддержка OWL, широкое сообщество пользователей.	Проблемы с производительностью на больших онтологиях, высокая нагрузка на память.
Thesaurus	Средство для загрузки и просмотра небольших онтологий.	Простота, удобство для визуализации и небольших моделей.	Ограниченные возможности редактирования, слабая поддержка формальных проверок.
OntoHub	Платформа для управления распределёнными и гетерогенными онтологиями на различных языках.	Поддержка межъязыковой интеграции, модульность, масштабируемость.	Сложность настройки, высокая кривая обучения, зависимость от инфраструктуры.

Практическая значимость онтологий в таких сценариях подтверждает их потенциал в ИКТ-отрасли, однако требует комплексного подхода — от стандартизации и инструментальной поддержки до подготовки кадров и межсистемной интеграции.

Таким образом, для внедрения онтологий критически важны не только технология и стандарты, но и бизнес-процессы компании, организационная структура, а также управление изменениями. Практика показывает: даже самое совершенное средство для построения и поддержки онтологий не будет работать эффективно без интеграции с существующими ИТ-системами, регулярного обновления знаний и обучения персонала.

Заключение

Проведённое исследование позволило системно структурировать ключевые вызовы и направления совершенствования, связанные с внедрением онтологий в компании, предоставляющие услуги в сфере информационно-коммуникационных технологий: разнотипность и масштабность исходных данных, необходимость интеграции с действующими ИТ-системами и сложность поддержания онтологий в актуальном состоянии. Развитие онтологических решений в указанном контексте требует не столько изолированного технологического прогресса, сколько формирования целостной стратегии внедрения, где особую роль играет организационно-методическое сопровождение, институциональные рамки и подготовка специалистов (таблица 4).

Рекомендации, представленные в таблице 4, ориентированы на практическую реализацию онтологического подхода в автоматизированных системах управления организационными процессами и корпоративными информационными системами. Их внедрение способствует формированию единого семантического пространства, обеспечивающего интеграцию информационных ресурсов, оптимизацию бизнес-процессов и совершенствование архитектуры поддержки принятия управленческих решений. Научная значимость данных предложений заключается в формализации методов сопровождения и развития онтологически ориентированных систем управления, что соответствует задачам повышения адаптивности, надёжности и эффективности функционирования сложных организационно-технических и информационно-коммуникационных систем в условиях цифровизации.

Таблица 4.
Рекомендации по внедрению и поддержке онтологий
в ИКТ-компании

Направление	Содержательная мера	Ожидаемый эффект
Архитектура	Переход к централизованному управлению онтологиями на микросервисной архитектуре, использование репозиториев с версионированием (например, OntoHub, GitLab)	Повышение управляемости моделей, контроль истории изменений, гибкость интеграции
Интеграция	Автоматизация обмена данными через универсальные API (REST/JSON) между CRM, биллингом, 1С, ПО Контакт-центра, IVR, видеонаблюдением (Camera Viewer, Flussonic Watcher), системами мониторинга Zabbix, мобильными приложениями, банковскими сервисами, платежными сервисами и терминалами и др.	Ускорение сопряжения компонентов, снижение трудозатрат на настройку

Направление	Содержательная мера	Ожидаемый эффект
Актуализация	Регулярный аудит онтологий, учёт обратной связи персонала и технологических изменений (например, введение новых драйверов/интерфейсов, обновление 1С, биллинга и пр.)	Поддержание релевантности моделей и повышение доверия пользователей
Обучение	Введение многоуровневых обучающих программ для сотрудников различного профиля	Повышение цифровой грамотности и снижение риска неправильной интерпретации онтологий
Стандартизация	Описание шаблонных сценариев интеграции (интерфейсы, контроль версий, правила обработки, типовые протоколы REST/SOAP, webhooks и т.д.)	Унификация процессов и сокращение затрат на сопровождение
Мониторинг	Реализация мониторинга бизнес-процессов на основе онтологий и бизнес-метрик	Обеспечение прозрачности, аналитики и оперативного управления

ЛИТЕРАТУРА

1. Бениаминов Е.М. Некоторые проблемы широкого внедрения онтологий в ИТ и направления их решений // Труды Симпозиума «Онтологическое моделирование». М.: ИПИ РАН. 2008. С. 71–82.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021. Информационные технологии. Онтологии высшего уровня (TLO). Часть 1. Требования.
3. Волкова Г.А. Создание «онтологии всего». Проблемы классификации и решения // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2013. №16. С. 293–300.
4. Wache H. et al. Ontology-based integration of information-a survey of existing approaches // Ois@ ijcai, 2001.
5. Gómez-Pérez A., Fernández-López M., Corcho O. Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. — Springer Science & Business Media, 2006.
6. Guarino N., Oberle D., Staab S. What is an ontology? // Handbook on ontologies, 2009. PP. 1–17.
7. Motik B. et al. OWL 2 web ontology language: Structural specification and functional-style syntax // W3C recommendation. 2009. Vol. 27. Is. 65. PP. 159.
8. Gruber T. Collective knowledge systems: Where the social web meets the semantic web // Journal of web semantics. 2008. Vol. 6. Is. 1. PP. 4–13.
9. Noy N.F., Fergerson R.W., Musen M.A. The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility // International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management. — Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 2000. PP. 17–32.
10. Gómez-Pérez A. Evaluation of ontologies // International Journal of Intelligent Systems. 2001. Vol. 16. Is. 3. PP. 391–409.
11. Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. The semantic web. Scientific American. 2001. Vol. 284. Is. 5. PP. 34–43.
12. Uschold M., Gruninger M. Ontologies and semantics for seamless connectivity // ACM SIGMod Record. 2004. Vol. 33. Is. 4. PP. 58–64.
13. Гаркуша Д.А. Функциональные особенности реализованных онтологических платформ // Проблемы искусственного интеллекта. 2023. № 4 (31). С. 4–11.
14. Черняховская Л.Р. и др. Проектирование системы управления бизнес-процессами на основе онтологического анализа и имитационного моделирования предметной области // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. №. 3 (15). С. 18–30.

© Поляков Николай Александрович (polyakov.na@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»