

ОНТОЛОГИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МАССОВЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

ONTOLOGY FOR MASS PRODUCTION MANAGEMENT

D. Apeshin
A. Vorobev
O. Zakharova

Summary. In the modern era of industrial transformations, the concept of ontologies becomes particularly relevant in the context of mass production. Ontologies, as formalized models of subject areas, provide unique tools for structuring and describing the knowledge necessary to optimize processes, manage data and improve the efficiency of production chains. The research is driven by a desire to understand how ontologies contribute to process improvement and support innovative management approaches in modern industrial environments. The article describes an approach to structuring information from manufacturing enterprises. Involved in the design and modeling of an ontological model with visualization in the form of a semantic connection between classes, relationships, constraints and axioms. As a result, the OntoMFG ontology was developed for mass production management. During the analysis and design, the main elements of the model were identified and connected by relationships between them, and restrictions and axioms were also developed for the correct behavior of the system. Using the developed method, mass production problems can be solved, including both the production process itself and the organizational process within the enterprise.

Keywords: ontology, ontological modeling, object model, Neo4j, ontological engineering, automated construction, Web Ontology Language, OntoMFG, ontology classes, ontology restrictions, ontology axioms, ontology relations.

Введение

Современный бизнес переживает быстрый технологический сдвиг, и в этом контексте онтологии становятся ключевым инструментом для эффективного управления знаниями. Онтологии представляют собой формальные модели, которые помогают структурировать и интегрировать данные, обеспечивая лучшее понимание предметных областей и облегчая взаимодействие между различными бизнес-процессами. Также считает Захарова О.И., в условиях лавинообразного

Апешин Дмитрий Николаевич

Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, г. Самара
apeshin.dmn@gmail.com

Воробьев Артём Владимирович

Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, г. Самара
vorobev.artem.wl@gmail.com

Захарова Оксана Игоревна

Доцент, к.т.н., НИЛ ИИ, Поволжский государственный
университет телекоммуникаций
и информатики, Самара
xeniya-luna@list.ru

Аннотация. В современной эпохе промышленных трансформаций концепция онтологий приобретает особую актуальность в контексте массового производства. Онтологии, как формализованные модели предметных областей, предоставляют уникальные инструменты для структурирования и описания знаний, необходимых для оптимизации процессов, управления данными и повышения эффективности производственных цепочек. В основе исследования лежит стремление понять, как онтологии способствуют совершенствованию производственных процессов и поддерживают инновационные подходы к управлению в современной промышленной среде. В ходе статьи описывается подход к структурированию информации производственных предприятий. Задействовано проектирование и моделирование онтологической модели с визуализацией в виде семантической связи классов, отношений, ограничений и аксиом. В результате была разработана онтология OntoMFG для управления массовым производством. В ходе анализа и проектирования были выделены основные элементы модели и соединены отношениями между ними, также разработаны ограничения и аксиомы для корректного поведения системы. С помощью разработанной метода могут быть решены задачи массового производства, включающие как сам процесс производства, так и организационный процесс внутри предприятия.

Ключевые слова: онтология, онтологическое моделирование, объектная модель, Neo4j, онтологический инжиниринг, автоматизированное построение, Web Ontology Language, OntoMFG, классы онтологий, ограничения онтологий, аксиомы онтологий, отношения онтологий.

увеличения объема данных, автоматизация их обработки считается самым актуальным вопросом в цифровых коммуникациях. При этом считается, что алгоритм автоматического обновления онтологии на основе использования экспертной системы и онтологических правил логического вывода является наиболее значимым и востребованным в самых различных областях человеческой деятельности. [1 С. 194–195].

В данной статье исследуются вопросы важности и роли онтологий в современном бизнесе. Их применение для решения задач бизнеса в рамках данного

исследования подробно рассматривалось для систематизации информации, создания единообразного терминологического поля и поддержки процессов принятия решений. Были проанализированы успешные кейсы внедрения онтологий в различных отраслях, выявлены их преимущества и потенциальные вызовы.

Особое внимание уделено роли онтологий в создании интеллектуальных систем, способных адаптироваться к изменяющимся условиям бизнес-среды. Также затрагивались вопросы перспективы развития онтологических подходов в свете современных тенденций.

Основная цель исследования заключается в том, чтобы не только проанализировать текущее положение дел в области онтологий в бизнесе, но и сформулировать практические рекомендации для успешного внедрения и использования онтологий в деятельности организаций.

Онтологии в Информационных Технологиях: Анализ, Моделирование, Применение

Как утверждал Боргест, онтология традиционно философская дисциплина нашла свое продолжение и развитие в форме онтологического анализа. Онтология проектирования определяет суть сложного процесса моделирования будущего. Онтология как наука о сущем в своем прикладном значении исследует закономерности того, что уже существует. Проектирование же изначально процесс создания того, чего еще нет. [2. С. 6–7]. В свою очередь онтологии — это системы знаний, которые описывают структуру и свойства понятий в определенной области знания. Они представляют собой набор правил и ограничений, которые определяют, какие понятия могут быть связаны друг с другом и какие свойства они могут иметь. Также онтологии можно описать как, формализованные концептуальные знания о предметной области, представленные в форме, допускающей компьютерную обработку и используемые в правилах принятия решений. Концептуальность знаний онтологии означает, что эти знания формулируются в терминах основных понятий и отношений, описывающих фрагменты окружающего мира. [3. С. 155–156].

Онтологии могут использоваться для различных целей, например:

1. Для систематизации знаний в определенной области и облегчения их понимания.
2. Для автоматической обработки информации, такой как извлечение знаний из текстов или обработка данных в базах знаний.
3. Для интеграции данных из разных источников, таких как базы данных, текстовые документы и т. д.

Одним из главных преимуществ является то, что они позволяют описывать знания на высоком уровне аб-

стракции, что делает их универсальными и применимыми в различных областях.

Кроме того, онтологии могут быть использованы для создания систем управления знаниями, которые позволяют организовывать, хранить и обрабатывать информацию. Например, Semantic Web — это система управления знаниями, которая использует онтологии для описания информации и обеспечения ее доступности для автоматических систем обработки.

Однако, их создание и использование также имеет свои сложности. Одна из них — это необходимость разработки и поддержки онтологий, которые должны быть точными, полными и согласованными. Кроме того, необходимо учитывать ограничения в вычислительных ресурсах и требования к производительности систем, которые используют онтологии.

Тем не менее, они продолжают развиваться и находить все больше применений в различных областях, от медицины до искусственного интеллекта. Их использование позволяет улучшить эффективность работы с информацией, автоматизировать процессы обработки данных и создавать более точные и полезные системы управления знаниями.

Онтологии могут использоваться в социальных сетях и других интернет-сервисах, использование онтологий может значительно улучшить поиск информации и предложить пользователям более релевантные результаты. Например, Яндекс активно использует онтологии для определения интересов пользователей и предоставления им соответствующей информации [4]. Использование онтологий также имеет большое значение для структурирования и представления знаний в системах управления информацией [5]. Таким образом, использование онтологий имеет большой потенциал для улучшения пользовательского опыта и качества предоставляемой информации в различных интернет-сервисах.

Помимо этого, данные системы используются для создания систем автоматической обработки языка, таких как чат-боты и системы распознавания речи. В этих системах онтологии используются для определения смысла слов и фраз, а также для связывания их с соответствующими действиями или ответами.

Еще одним примером использования онтологий в обработке языка является система распознавания речи. Например, Link Grammar или «Грамматика связей» эта система может использовать онтологию, чтобы определить, что означает слово «молоко» в контексте фразы «дай мне молоко». Если система знает, что молоко — это продукт, который можно купить, она может предложить пользователю купить молоко. [6] Как заявляют авторы

в статье, посвящённой NLP, оно включает в себя анализ и интерпретацию текстов, что является одной из главных задач онтологии. Языковые модели позволяют извлекать из текста информацию, структурировать ее и делать выводы. [7] Онтология, в свою очередь, позволяет систематизировать и представлять знания в виде моделей. Таким образом, NLP и онтологии дополняют друг друга при обработке и анализе текстов.

Джуравски и Мартин описали использование статистических методов для определения значений слов. Они приводят пример со словом «cat», которое может быть, как домашним животным, так и аббревиатурой. Статистический метод позволяет определить, в каком контексте чаще всего используется слово «cat». [8]

Наконец, онтологии используются в системах машинного обучения. Например, при обучении нейронных сетей можно использовать онтологии для определения семантики входных данных и для улучшения качества обучения.

В целом, онтологии играют важную роль в современном мире, помогая нам обрабатывать и понимать информацию, а также создавать более эффективные системы управления знаниями и автоматизированной обработки языка.

Более подробно в статье мы остановимся на использовании онтологии в проектировании производства, т.к. это наиболее правильное и логичное её применение, однако для лучшего понимания для начала разберем её на более простом примере, семантической сети автомобиля:

В данном примере рассмотрены классы объекта автомобиля, такие как кузов, силовая установка, трансмиссия, топливная система, также есть вложенные классы, входящие в состав предыдущих классов. Вложенные классы нужны для обобщения основных классов и более детальном планировании общей системы. На примере онтологий можно описать множество систем и устройств в современном мире, в данной статье онтологии будут использоваться для описания новой модели для управления массовым производством и проектами.

Использование онтологий в построении бизнес-процессов

Онтологии представляют собой, несомненно, важный аспект в контексте информационной архитектуры и стратегического управления данными крупных предприятий. В условиях, когда поток информации становится необузданным, источники данных разнообразны, а форматы представления информации различны, онтологии становятся своего рода «языком бизнеса», обеспечивая единое понимание и интерпретацию данных.

Основная важность внедрения онтологий в сфере управления производствами:

1. Структурирование и систематизация данных: Онтологии позволяют выстраивать ясную структуру данных, определять ключевые концепции и их взаимосвязи. Это существенно упрощает управление проектом, обеспечивая понимание и легкость взаимодействия с информацией.
2. Улучшение коммуникации: Внедрение онтологий способствует улучшению коммуникации между участниками проекта, обеспечивая общий язык и стандарты терминологии. Это снижает вероятность недоразумений и улучшает обмен информацией.
3. Семантический анализ данных: Онтологии обеспечивают семантическую обработку данных, что позволяет проводить более глубокий анализ информации. Это, в свою очередь, способствует выявлению паттернов, трендов и дает дополнительные инсайты для принятия обоснованных решений.
4. Автоматизация процессов: Использование онтологий поддерживает автоматизацию различных процессов в управлении проектами. Например, автоматизированная обработка данных, основанная на онтологиях, может значительно сократить временные затраты и уменьшить вероятность ошибок.
5. Управление рисками: Онтологии могут быть эффективным инструментом для управления рисками в проектах, предоставляя структурированный и системный подход к идентификации, оценке и управлению рисками.

Нередко крупные предприятия оперируют с разнообразными системами и базами данных, что создает вызовы в интеграции информации. Онтологии решают эту проблему, предоставляя единый стандарт для классификации данных. Такой подход позволяет эффективно интегрировать данные из различных источников, обеспечивая единый и структурированный вид информации для принятия решений.

Поиск и извлечение информации в огромных объемах данных становится более эффективным и интуитивно понятным с использованием онтологий. Они предоставляют средства для быстрого доступа к необходимой информации и обеспечивают ее контекстуальное понимание. Это способствует улучшению оперативности принятия решений, что в современном бизнесе является ключевым конкурентным преимуществом. Также авторы высказывали, онтологии играют важную роль в улучшении эффективности поиска и извлечения информации в больших объемах данных. Они обеспечивают быстрый доступ к необходимым данным и их контекстуальное понимание, что способствует повышению оперативности

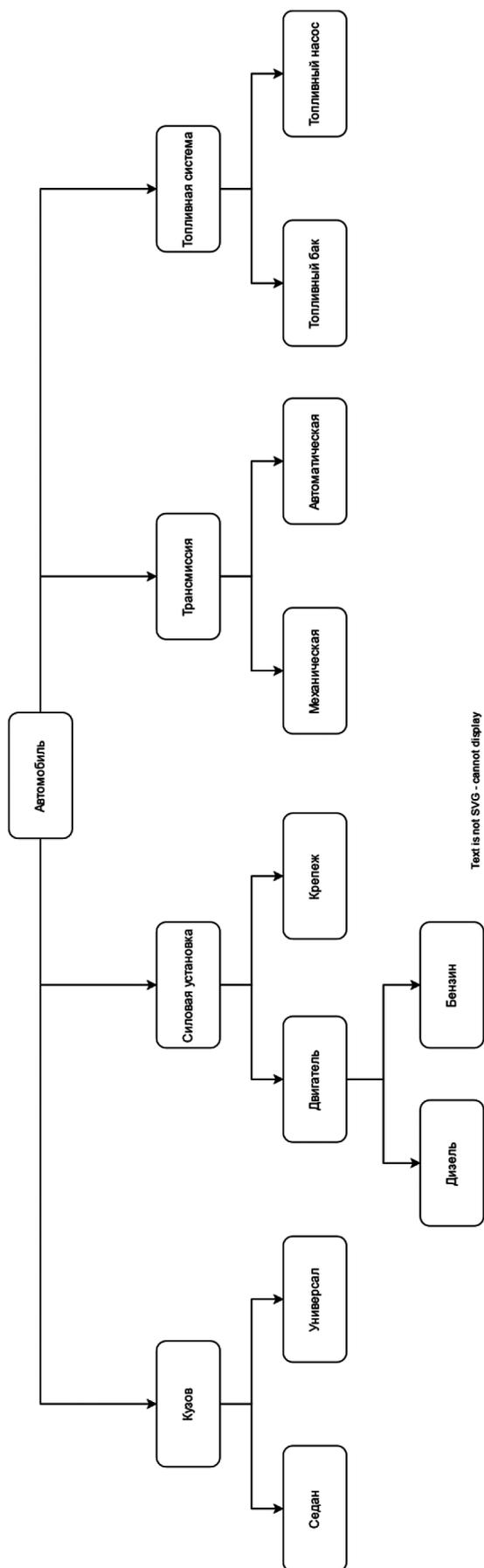


Рис. 1. Пример построения семантической сети онтологии автомобиля

принятия решений и является ключевым конкурентным преимуществом в современном бизнесе. [9]

Принятие решений на основе онтологий становится более обоснованным и информированным процессом. Благодаря формализованным моделям и аналитическим инструментам, предоставляемым онтологиями, предприятия могут анализировать данные с высокой точностью и выявлять скрытые зависимости. Это дает возможность выстраивать стратегии, ориентированные на фактическую информацию, что важно для успешного оперирования в динамичной бизнес-среде.

Онтологии также стимулируют обмен знаний внутри компании. Они создают общий язык, упрощая коммуникацию между различными подразделениями. Это улучшает координацию и совместную работу, что особенно важно в условиях современного бизнеса, требующего высокой степени внутренней взаимосвязи.

Наконец, автоматизация бизнес-процессов с применением онтологий поднимает эффективность операций на новый уровень. Эти инструменты могут стать основой для создания интеллектуальных систем, способных автоматизировать рутинные задачи и снижать вероятность ошибок. Это освобождает человеческие ресурсы для выполнения более сложных задач и стратегического мышления. В исследованиях показано, что автоматизация бизнес-процессов с использованием онтологий значительно повышает эффективность работы. Онтологии могут быть использованы для создания интеллектуальных систем, которые способны автоматизировать рутинные задачи, снижая таким образом вероятность возникновения ошибок. Это позволяет освободить человеческие ресурсы для решения более сложных задач и стратегического планирования. [10, 11]

В целом, использование онтологий становится неотъемлемым элементом успешной цифровой трансформации крупных предприятий. Они не только помогают управлять данными более эффективно, но и становятся основой для интеллектуальных бизнес-процессов, способствуя гибкости и конкурентоспособности в быстро меняющемся бизнес-мире.

Концепция и обоснование бизнес-идеи онтологии OntoMFG

В рамках исследования по тематике данной статьи была создана онтология — OntoMFG (Ontology Manufactory), направленная преимущественно на большие предприятия. Данная онтология помогает решать сразу множество проблем производства:

1. онтология позволяет эффективно управлять ресурсами, оптимизировать их использование и учитывать ограничения, что может привести

к более эффективному производственному процессу;

2. определение и управление потенциальными рисками проекта позволяет предупреждать проблемы и принимать меры по их устранению, что способствует более надежному выполнению проектов;
3. с использованием стандартов качества и задач позволяет обеспечивать высокое качество производимых продуктов;
4. онтология поддерживает управление сроками задач и общим бюджетом проекта, что позволяет более точно планировать и контролировать выполнение проектов.
5. позволяет использовать информацию об оптимизации рабочей силы, можно создавать эффективные рабочие графики, учитывая требования производства;
6. более точное определение производственных возможностей и максимальной производительности оборудования оценивать эффективность производства и вносить коррективы для ее улучшения;
7. обеспечивает структурированное хранение данных, что упрощает анализ производственных процессов и обеспечивает прозрачность в управлении проектами;

Язык обладает рядом преимуществ:

- Формализация Знаний — OWL предоставляет формальные средства для представления знаний, что упрощает их обработку.
- Интероперабельность — Стандартизированный формат OWL обеспечивает высокий уровень совместимости и взаимодействия между различными информационными системами.
- Инференция — Возможность автоматического вывода.

Использование онтологии в производственной сфере позволяет интегрировать различные аспекты управления проектами и производственными процессами, повышая эффективность и улучшая общую работу предприятия.

Разработка продукта

Проект представленный в статье описан на языке OWL (Web Ontology Language) — язык формализации знаний, разработанный для создания и обмена онтологиями в семантическом вебе. Этот язык обеспечивает стандартизированный способ описания концепций, отношений и свойств в предметной области.

В своей основе проект состоит:

1. Классы в онтологии представляют собой категории объектов с общими характеристиками.

2. Отношения описывают связи между классами и объектами в онтологии.
3. Аксиомы формулируют утверждения о свойствах и отношениях между классами и объектами в онтологии.
4. Ограничения применяются к значениям свойств данных и устанавливают правила для допустимых значений.

Таким образом, классы организуют объекты, отношения определяют связи между ними, аксиомы формулируют правила и законы, а ограничения уточняют значения свойств данных, устанавливая ограничения на их допустимость. Все вместе эти элементы помогают создать структурированную и формализованную модель для описания предметной области.

В проекте OntoMFG используются следующие сущности:

1. Базовые классы:
 - 1.1. Project (Проект) — класс, представляющий общий проект производства;
 - 1.2. Task (Задача) — класс, описывающий отдельную задачу в рамках проекта;
 - 1.3. Resource (Ресурс) — представляемые ресурсы, необходимые для выполнения задачи, такие как оборудование и рабочая сила;
 - 1.4. Risk (Риск) — описывает потенциальные риски проекта;
 - 1.5. ProjectTeam (Команда проекта) — команда, участвующая в проекте;
 - 1.6. Equipment (Оборудование) — описывающий используемое оборудование, требуемое для производства;
 - 1.7. Order (Заказ) — представляет заказ на производство;
 - 1.8. ManufacturingPlant (Производственный цех) — описание производственного цеха, в котором будет происходить производство;
 - 1.9. Result (Результат) — описание результата производимым в результате проекта
2. Отношения:
 - 2.1. Includes (Включает) — связывает проект с его задачами и ресурсами;
 - 2.2. RequiresResource (Требуется ресурс) — указывает какие ресурсы требуются для выполнения задачи;
 - 2.3. HasRisk (Имеет риск) — Отношение, связывающее проект с потенциальными рисками;
 - 2.4. IncludesMember (Включает члена) — связывает команду проекта с проектом;
 - 2.5. Produces (Производит) — Отношение, описывающее, что проект производит результат;
 - 2.6. RequiresMaterial (Требуется материал) — указывает какие материалы требуются для выполнения задачи;
 - 2.7. IncludesWorkforce (Включает рабочую силу) — связывает задачу с необходимой рабочей силой;

2.8. UsesEquipment (Использует оборудование) — указывает, какое оборудование используется для выполнения задачи;

2.9. FulfillsOrder (Выполняет заказ) — отношение в онтологии указывает на связь между производственным процессом и заказом на продукцию;

2.10. BelongsToManufacturingPlant (Принадлежит производственному цеху) — указывает к какому производственному цеху относится оборудование;

2.11. ManufacturingCapabilities (Производственные возможности) — Отношение, описывающее характеристики производственных возможностей оборудования;

2.12. QualityStandards (Стандарты качества) — связано со стандартами качества, которым должны соответствовать производимые продукты;

2.13. WorkforceOptimization (Оптимизация рабочей силы) — стратегии оптимизации использования рабочей силы;

2.14. ProductionEfficiency (Эффективность производства) — требования к эффективности производства;

2.15. OrderCompletionTime (Сроки исполнения заказа) — связь со временем, необходимым для выполнения заказа;

2.16. MaxEquipmentThroughput (Максимальная производительность оборудования) — максимальная производительность оборудования;

3. Аксиомы и ограничения:

3.1. TaskDeadlines (Сроки задач) — сроки выполнения задач в проекте;

3.2. ProjectBudget (Бюджет проекта) — бюджет проекта;

3.3. ResourceConstraints (Ограничения ресурсов) — установка ограничений на использование ресурсов;

3.4. RiskManagement (Управление рисками) — процессы управления рисками в проекте;

3.5. ManufacturingCapabilities (Производственные возможности) — параметры производственных возможностей предприятия;

3.6. QualityStandards (Стандарты качества) — стандарты, которым должны соответствовать производимые продукты;

3.7. WorkforceOptimization (Оптимизация рабочей силы) — определение стратегии оптимизации рабочей силы;

3.8. ProductionEfficiency (Эффективность производства) — заданные требования к эффективности производства.

3.9. OrderCompletionTime (Сроки исполнения заказа) — временные рамки для выполнения заказов.

3.10. MaxEquipmentThroughput (Максимальная производительность оборудования) — устанавливаются максимальные значения производительности оборудования.

Под практическим применением OntoMFG рассматриваются любые проекты и заказы массового произ-

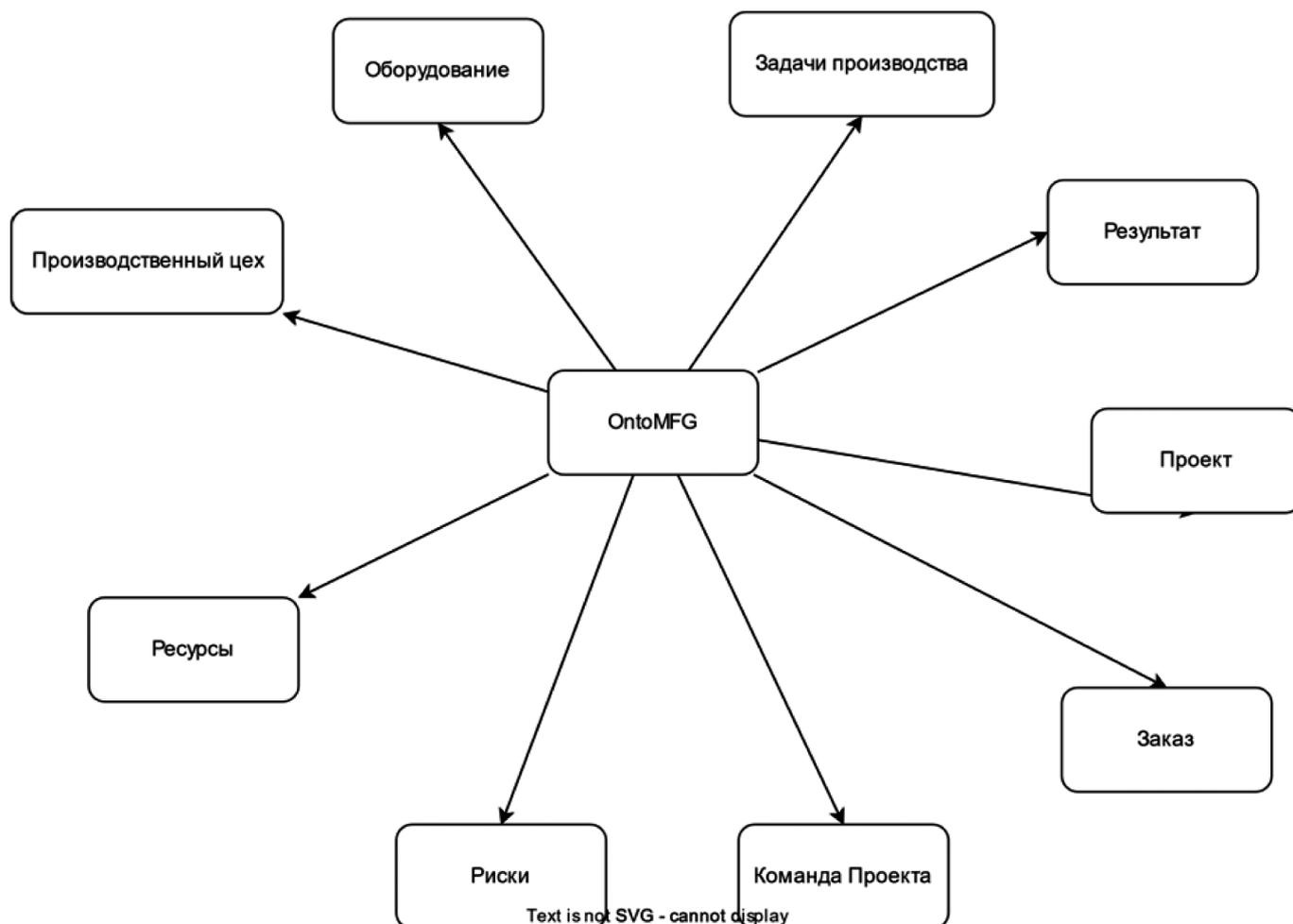


Рис. 2. Архитектура классов онтологии OntoMFG

водства, как пример, мы возьмем что ни будь простое в производстве, но при этом очень массовое, например, болты.

Выбор болтов в качестве объекта исследования обусловлен их важной ролью в строительной и машиностроительной индустрии. Они являются неотъемлемой частью соединительных элементов, обеспечивая прочность и устойчивость конструкций, по сути выполняя в сооружениях ту же роль что и онтология при её использовании, объединение между собой различных элементов. Производство будет организовано на предприятии и в производственный процесс непосредственно будет внедрена онтология.

Стоит рассмотреть, как эта онтология может быть применена на примере поставленной задачи.

1. Определение проекта:

- Создается экземпляр класса `:Project`, представляющий проект по производству металлических болтов.
- Присваиваются характеристики проекта, такие как бюджет (`:ProjectBudget`), возможные риски (`:HasRisk`), и сроки (`:TaskDeadlines`).

2. Определение задач:

- Создаются экземпляры класса `Task` для каждого этапа производства болтов, таких как изготовление заготовок, нагрев, формовка, обработка и упаковка.
- Задачи связываются отношением `:Includes` с проектом.

3. Ресурсы:

- Определяются ресурсы, необходимые для каждой задачи, используя отношение `:RequiresResource`.
- Ресурсы включают в себя материалы (`:RequiresMaterial`), оборудование (`:UsesEquipment`), и рабочую силу (`:IncludesWorkforce`).

4. Команда проекта:

- Создаются члены команды проекта, которые связываются с проектом через отношение `:IncludesMember`.
- Производится оптимизация рабочей силы (`:WorkforceOptimization`).

5. Производственный цех:

- Создается экземпляр класса `:ManufacturingPlant`, представляющий производственный цех, в котором будут производиться болты.

- Определяются производственные возможности (`:ManufacturingCapabilities`), стандарты качества (`:QualityStandards`) и другие характеристики цеха.
- 6. Оборудование:
 - Определяются оборудование, необходимое для каждой задачи, используя отношение `:UsesEquipment`.
 - Устанавливаются ограничения на производительность оборудования через отношение `:MaxEquipmentThroughput`.
- 7. Заказ и сроки:
 - Создается экземпляр класса `:Order` для заказа на производство болтов.
 - Устанавливаются сроки исполнения заказа (`:OrderCompletionTime`).
- 8. Управление рисками:
 - Применяется управление рисками (`:RiskManagement`), где могут быть определены методы и стратегии для снижения рисков, связанных с производством металлических болтов.

Онтология OntoMFG обеспечивает формализованную структуру для моделирования всех аспектов производства металлических болтов, что позволяет эффективно отслеживать ресурсы, задачи и связи между ними. Благодаря этому, можно легко управлять командой проекта и рисками, контролировать качество продукции, обеспечивая более структурированные и эффективные бизнес-процессы. В общем, онтология предоставляет комплексное решение для управления производством

металлических болтов на всех этапах, начиная от планирования и заканчивая контролем качества готовых изделий.

Заключение

Роль онтологий в управлении проектами становится все более актуальной в условиях динамичных изменений и информационного обеспечения проектных инициатив. Поддерживая структурирование данных, облегчение коммуникации, семантический анализ и автоматизацию процессов, онтологии превращаются в надежный фундамент, на котором строится успех проектов.

Внедрение онтологий не является просто технологическим решением; это стратегический подход к управлению знанием, который обеспечивает участникам проекта общий язык и стандарты, улучшает принятие решений и способствует эффективному использованию данных. В контексте управления рисками, структурирования информации и повышения прозрачности, онтологии становятся ключевым компонентом, обеспечивающим надежные основы для успешного завершения проектных задач.

Таким образом, использование онтологий в управлении проектами — это не только стратегический шаг вперед в области информационных технологий, но и неотъемлемая часть современного взгляда на эффективность управления и достижение поставленных целей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захарова О.И. Семантический анализ и синтез текстовых данных/ Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2023. № 4. С. 182–208.
2. Боргест Н.М., Онтология проектирования. Теоретические основы [Текст]: электрон. учеб. пособие; М-во образования и науки РФ, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т). — 2010. — Ч. 1: Понятия и принципы; Онтология проектирования. Теоретические основы [Электронный ресурс] (Дата обращения: 17.10.2023)
3. Симонова, Е.В. Моделирование информационных систем: учеб. пособие / Е.В. Симонова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Самар. нац. исслед. ун-т им. С. П. Королева (Самар. ун-т). — 2022. — Ч. 2: Использование онтологии для моделирования сложных адаптивных систем. [Электронный ресурс] (Дата обращения: 20.11.2023)
4. Дмитриев А. «Онтологии и семантические технологии» // Открытые системы. 2004. № 9.
5. Корниенко А.А. «Использование онтологий для структурирования и представления знаний в системах управления информацией» // Вестник Воронежского государственного университета. 2008. № 2.
6. Sleator, D.D., & Temperley, D. (1995). Parsing English with a Link Grammar. In Third International Workshop on Parsing Technologies (IWPT).
7. Иванов К.Н., Захарова О.И. Обработка естественного языка. Применение языковых моделей/ В книге: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ, РАДИОТЕХНИКИ И СВЯЗИ. материалы XXX Российской научно-технической конференции. Самара, 2023. С. 155–156.
8. Jurafsky, D., & Martin, J.H. (2021). Speech and Language Processing (3rd ed.). USA: Pearson.
9. Chen, H., Zhang, Y. and Li, B., (2020). Research on the application of ontology in business process automation, in: Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, vol. 1698, no. 1, pp. 012043.
10. Benner, M., Di Marco, A., & Leymann, F. (2015). Ontology-Based Business Process Management: State of the Art and Future Challenges. In Ontology Engineering with Ontologizers and Best Practices (pp. 363–379). Springer International Publishing.
11. Garcia-Castro, R., Barceló-Ordinas, J.M., García-Bañuelos, L., & Ponce, A. (2012). A Framework for Business Process Modeling and Ontology-based Automatic Execution. Expert Systems with Applications, 39(18), 13623–13635.

© Апешин Дмитрий Николаевич (apeshin.dmn@gmail.com); Воробьев Артём Владимирович (vorobev.artem.wl@gmail.com);

Захарова Оксана Игоревна (xeniya-luna@list.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»