

## ЗАДАЧА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПОИСКА В ПРОМЫШЛЕННЫХ СТАНДАРТАХ

*Гостева Екатерина Андреевна, Ланин Вячеслав Владимирович*

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 614070, Россия,  
г. Пермь, ул. Студенческая, 38, vlanin@live.com

Стандарты и спецификации широко используются в промышленности для определения требований к продуктам и бизнес-процессам, обеспечения функциональной совместимости, безопасности и качества, поэтому актуален вопрос организации эффективной их обработки. Документы стандартов содержат перекрестные ссылки на другие стандарты и спецификации, объясняют одну и ту же область знаний, в совокупности образуя сеть взаимосвязанных стандартов. Особую роль стандарты играют в умном производстве. Одной из проблем на данный момент является отсутствие возможности эффективно использовать имеющуюся базу стандартов из-за ее слабой структурированности. В данной работе рассматривается вопрос о необходимости создания системы семантического поиска и визуализации контента промышленных стандартов.

Ключевые слова: промышленные стандарты, умное производство, интеллектуальный поиск.

**Стандарты в производстве.** Работа современного предприятия немыслима без стандартов. Окружающие устройства: компьютеры, смартфоны, платежные терминалы функционируют и взаимодействуют между собой на базе стандартов. Например, стандарты позволили во времена второй промышленной революции заводам и фабрикам подключиться к муниципальному поставщику электрической энергии (старт массового производства автомобилей в «Ford Motor Company» за счет обеспечения электричеством множества станков и другого конвейерного оборудования) [1]. Стандартизация коммунальных услуг и транспортной инфраструктуры, а также коммерческого производственного оборудования способствовали революционному росту в ту эпоху. Сейчас, на этапе четвертой промышленной революции, возникла необходимость в разработке архитектуры данных и стандартов обмена для поднятия цифрового взаимодействия до более высоких уровней эффективности.

Методы умного производства требуют от производителей и поставщиков оборудования и программного обеспечения придерживаться стандартов для обеспечения требуемых уровней связей и автоматизации. Повышенная сложность в действиях и коммуникациях, связанных с производственными активами (например, деталей, установок, датчиков и

систем), побуждает предприятие обмениваться данными о продуктах и процессах в стандартных электронных форматах. Обмен данными между предприятиями и отделами внутри них может осуществляться бесперебойно и эффективно только тогда, когда обмен информации четко определен и стандартизирован. Стандарты служат в качестве документированных соглашений, содержащих определения, технические спецификации и критерии, применяемые последовательно в качестве правил, руководств или определения характеристик материалов, продуктов, процессов и услуг. Они обеспечивают мировое единообразие, позволяют устранить технические и коммуникационные барьеры, открывая возможности для новых рынков и экономического роста в отрасли.

К преимуществам применения стандартов можно отнести следующее:

1. Более эффективный сбор, описание, организация, распространение и контроль версий требований и спецификаций продукта на протяжении всего жизненного цикла.
2. Повсеместный доступ к актуальным и достоверным данным на протяжении всего жизненного цикла продукта и производственной цепи. Доступ к данным не должен зависеть от конкретных приложений, вместо этого в умном производстве подразумевается доступ нескольких приложений к одним и тем же данным.
3. Повышенная скорость и оптимизированная согласованность бизнес-процессов в цифровых, физических, человеческих и информационных ресурсах.
4. Снижение затрат на закупки, управление поставщиком, производство, контроль качества и внедрения необходимых технологий, услуг и инструментов в совместной производственной бизнес-среде.
5. Гибкая конфигурация и организационная структура цифровых, физических, человеческих и информационных ресурсов для поддержки имеющихся бизнес-требований и постоянного улучшения продуктов и процессов. По мере ускорения развития технологий организациям необходимо легко переключаться между новыми поколениями оборудования и программного обеспечения от разных поставщиков [2].

**Разработка стандартов.** Для большинства стандарты в наше время воспринимаются как должное, но на самом деле их необходимо разрабатывать и развивать, чтобы идти в ногу с постоянно меняющейся инфраструктурой и технологическим ландшафтом. Для развития данной области и объединения конкурентов для взаимной выгоды комитеты по стандартам организуют специальные форумы, на которых организации, занимающиеся разработкой, созданием прототипов и продвижением стандартов, необходимых для умного производства, обсуждают необходимость стандартов и объединяют свои ресурсы для их разработки.

К таким организациям как раз относится и независимая неправительственная Международная организация по стандартизации (ISO, International Organization for Standardization). Данная организация включает в себя 165 стран-участников и опубликовала на данный момент 22542 стандарта в различных областях, например, технологии, сельское хозяйство, здравоохранение и другие. В настоящее время ключевым стандартом в области интеллектуального производства является ISO 15926 «Industrial automation systems and integration», который на данный момент уже насчитывает 13 опубликованных частей и одну часть на стадии рабочего черновика. Он рассматривает жизненный цикл производства, модели концептуальных данных, испытания соответствия, методологии разработки и валидации, а также методологию упрощенного промышленного использования справочных данных, комплексный жизненный цикл планирования активов [3].

Международная электротехническая комиссия (IEC, International Electrotechnical Commission) является ведущей, специализирующейся на международных стандартах для электрических, электронных и связанных с ними технологий. IEC играет ключевую роль в разработке стандартов для инфраструктуры Интернета вещей (IoT, Internet of Things). В качестве примера публикации от IEC рассмотрим «Internet of Things: Wireless Sensor Networks», в которой обсуждается использование и развитие беспроводных сенсорных сетей в более широком контексте IoT, а также расширение инфраструктурных технологий и стандартов [4]. Также, совместными усилиями ISO и IEC создали специальное подразделение – ISO/IEC JTC 1 (ISO/IEC Joint Technical Committee 1), которое занимается разработкой глобальных стандартов в области информационно-коммуникационных технологий для деловых и потребительских приложений.

Еще одна некоммерческая ассоциация Международное общество автоматизации (ISA, International Society of Automation) устанавливает стандарты для тех, кто применяет инженерные разработки и технологии для улучшения управления, безопасности (в том числе и кибербезопасности) современных систем автоматизации и управления, используемых в промышленности и важнейших объектах инфраструктуры. В перечень опубликованных данной организацией стандартов входит ISA-95 «Enterprise-Control System Integration» – международный стандарт для разработки автоматизированного интерфейса между предприятием и системами управления, цель которого заключается в обеспечении согласованности терминологии (основой коммуникации между поставщиком и изготовителем), последовательных информационных моделей и операций для обеспечения функциональности приложений и определения использования информации [5].

Помимо перечисленных организаций, разработкой и развитием стандартов занимаются и такие организации, как OPC Foundation (стандарты по безопасному и надежному обмену информацией в области промышленной автоматизации), OAGi (стандарты взаимодействия бизнес-процессов, как внутри, так и между производственными компаниями), MIMOSA (стандарты интеграций операций и обслуживания), MESA International (стандарты в области промышленных предприятий) [2].

**Проблемы в использовании стандартов.** В настоящее время экосистема стандартов умного производства включает в себя более 50 различных стандартов, полный перечень и обзор которых был представлен в работе [6]. Некоторые из них используются в производстве уже длительное время (например, ISA-95 или IEC 62264), некоторые же создаются по мере развития умного производства (например, ISO 12100). Как видно из рисунка 1, многие стандарты (конкретно здесь представлены некоторые стандарты интеграции) пересекаются или дополняют друг друга. Так, например, стандарты MIMOSA и ISA-95 с разным уровнем детализации описывают структуры для моделирования предприятий и их активов, ISO 10303 - STEP и ISO-15926 включают поддержку моделирования жизненного цикла информации о продукте. Также, IEC ведет разработку стандартов в области IoT, связанных с датчиками и данными, поступающими из систем управления низкого уровня, которые будут совпадать в некотором роде с уже существующей спецификацией для интеграции оборудования автоматизации OPC UA.

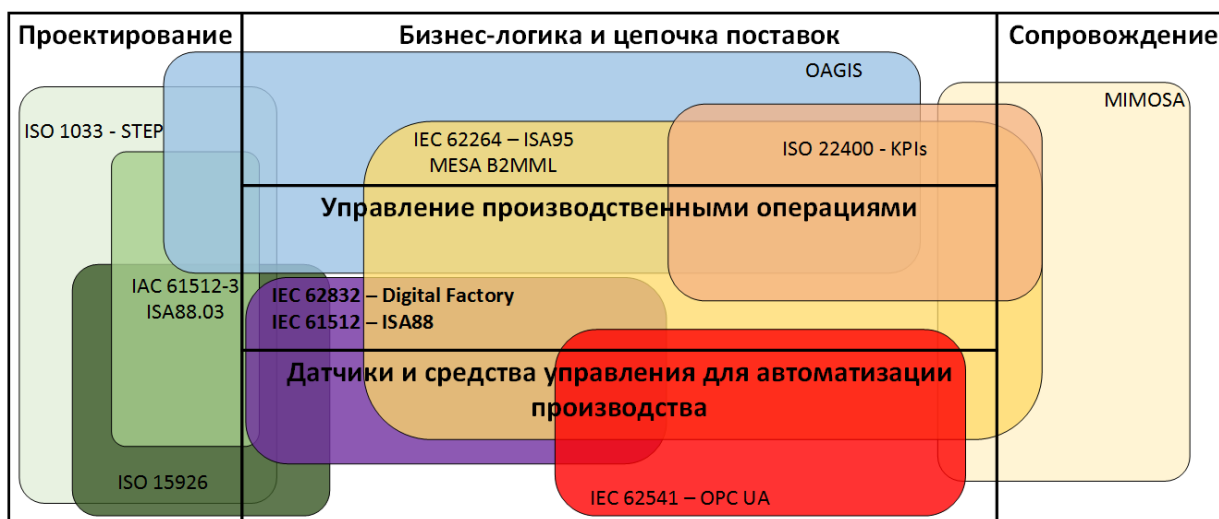


Рисунок 1. Примеры стандартов интеграции в умном производстве

Такой запутанный и постоянно развивающийся ландшафт создает проблемы при использовании стандартов – как человек, вне зависимости является он специалистом или нет, сможет найти соответствующую информацию среди этого множества стандартов? Решением этого вопроса начал заниматься Национальный институт стандартов и технологий (NIST) и в

2013 представил NIST Ontological Visualization Interface for Standards (NOVIS) – систему для предоставления интерактивного визуального интерфейса с терминологией из стандартов, связанных с устойчивым производством. Данный инструмент отображает содержание определенных стандартов (в основном ISO) с помощью онтологии, описанной на языке Web Ontology Language (OWL), которая образует большой сетевой граф терминов. NOVIS предоставляет интерактивный визуальный интерфейс для навигации по большим сетям терминов, возможность строить простые и сложные вопросы, а также экспортировать выбранные термины в удобный для пользователя формат (HTML или Excel файл). Реализована система на языке Java, для создания и добавления онтологии используется редактор Protege, для ее визуализации - основанный на Java инструментарий Prefuse, для построения запросов используется язык SPARQL [7].

В качестве примера работы системы рассмотрим запрос пользователя на поиск термина «product» из стандартов ISO. Для этого необходимо создать сложный запрос со следующими параметрами: мы ищем термины («Type – Term»), которые связаны с «product» («Property – definition – product») в стандартах ISO («Relation – adaptedFrom – ISO»). Для данного запроса было получено 11 результатов, один из которых представлен на рисунке 2.

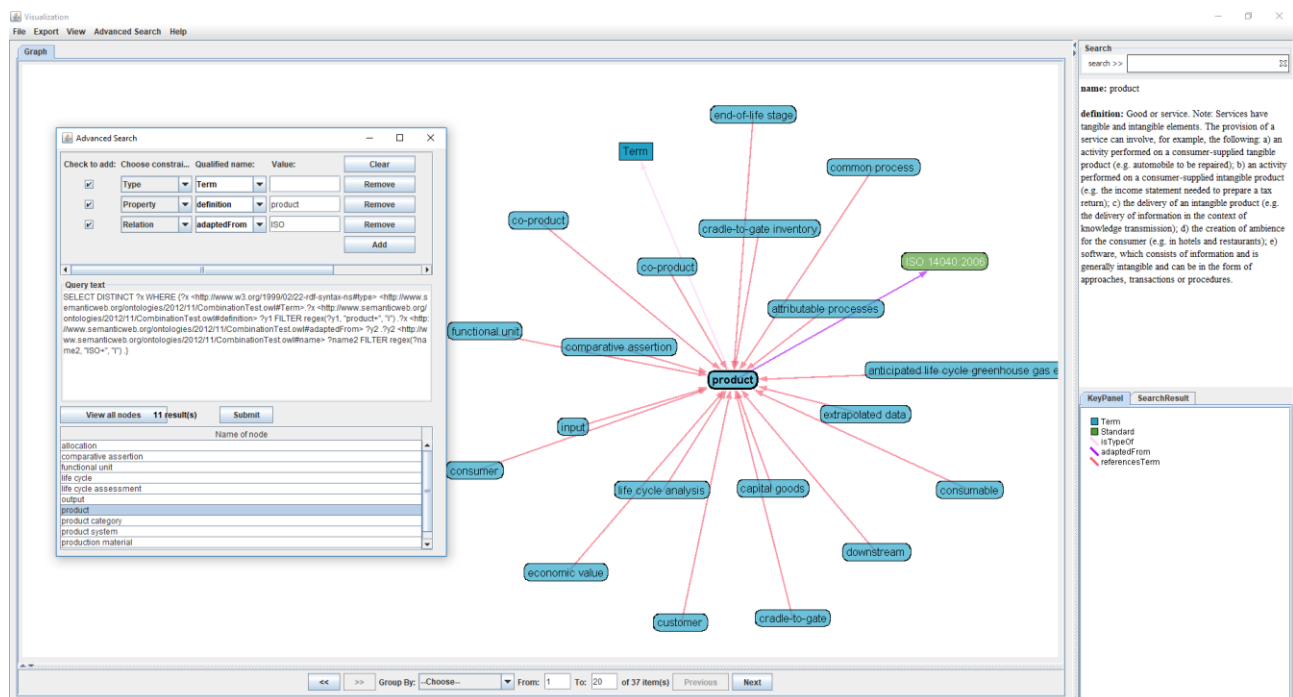


Рисунок 2. Вывод результатов пользовательского запроса в системе NOVIS

Преимуществами данного инструмента являются удобная навигация по схеме, настройка визуализации и возможность создания расширенного поискового запроса. К недостаткам данной системы можно отнести следующее: ограниченный набор стандартов,

необходимость практических знаний в области разработки онтологий для расширения базы знаний системы.

В 2015 году в рамках Программы инновационных исследований малого бизнеса (Small Business Innovation Research Program, SBIR) было представлено два решения в данной области на основе NOVIS - Visual Ontological Language for Technical Standards (VOLTS) и A Tool for Building Semantically Interoperable Specification and Standards. Система VOLTS от компании Aztera представляет собой платформу для разработки технических стандартов, которая была создана на основе концепций NOVIS, модельно-ориентированного проектирования (MDE) и системы управления версиями (VCS). Данный проект имеет две фазы: на первой реализованы процессы импорта/экспорта и просмотра существующих стандартов, на второй работает инструментарий для создания, связывания и создания новых версий стандартов [8]. Второй представленный проект от компании XSB перерос в проект SWISS (The Semantic Web for Interoperable Specifications and Standards), который направлен на создание структурированных моделей для новых и существующих спецификаций, используя онтологию [9].

Рассмотренные выше решения используют семантическую индексацию слабоструктурированного текста стандартов на основе онтологических ресурсов, превращая корпус стандартов в базу «умных» документов, которые «понимают», с чем они связаны, «почему» они связаны и состояние этой связи. Можно даже сказать, что такая модель напоминает концепцию IoT для технических данных из стандартов и спецификаций.

В рамках дальнейших исследований предполагается разработка системы, позволяющей проводить автоматическую семантическую индексацию документов стандартов, выявление связей между документами и представление корпуса стандартов как единой базы данных, предполагающей возможность выполнения запросов, то есть извлечение знаний в структурированном виде. Отличительной особенностью будет поддержка работы с параллельными документами на русском и английских языках.

### **Библиографический список**

1. *Beaudreau, B. C.* Mass Production, the Stock Market Crash, and the Great Depression: The Macroeconomics of Electrification. Lincoln, NE: Authors Choice Press, 2004.
2. *Hannah, M., Leiva, C, Noller, D.* The Importance of Standards in Smart Manufacturing // MESA International White Paper. 2018. Vol. 58.
3. International Organization for Standardization [Электронный ресурс] URL: <https://www.iso.org/home.html> (дата обращения: 02.03.2019).

4. International *Electrotechnical Commission* [Электронный ресурс] URL: <https://www.iec.ch/> (дата обращения: 02.03.2019).
5. International Society of Automation [Электронный ресурс] URL: <https://www.isa.org> (дата обращения: 02.03.2019).
6. *Lu, Y., Morris, K.C., Frechette S.* NISTIR 8107: Current Standards Landscape for Smart Manufacturing System // National Institute of Standards and Technology. 2016.
7. *Lechevalier, D., Narayanan, A., Morris, K.C.* NIST Ontological Visualization Interface for Standards: User's Guide // National Institute of Standards and Technology. 2013.
8. *Whitsitt, S., Vohnout, S., Wilmering T.* A Visual Ontological Language for Technical Standarts (VOLTS) // ASME 2016 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. 2016
9. *The Semantic Web for Interoperable Specs and Standards* [Электронный ресурс] URL: [https://www.dla.mil/Portals/104/Documents/LandAndMaritime/V/VA/PSMC/Spring%2017/LM\\_SWISS%20-%20What%20do%20you%20Hire%20A%20Standard%20to%20do\\_Spring%202017%20PSMC170526.pdf](https://www.dla.mil/Portals/104/Documents/LandAndMaritime/V/VA/PSMC/Spring%2017/LM_SWISS%20-%20What%20do%20you%20Hire%20A%20Standard%20to%20do_Spring%202017%20PSMC170526.pdf) (дата обращения: 02.03.2019).

## **THE TASK OF INTELLIGENT SEARCH IN INDUSTRIAL STANDARDS**

*Gosteva Ekaterina A., Lanin Viacheslav V.*

National Research University Higher School of Economics, 38, Studencheskaya st., Perm, 614070, Russia, vlanin@live.com

Standards and specifications are widely used in industry to define requirements for products and business processes, ensure interoperability, safety and quality, so the main question is how best to apply them in the process of own production? Standards play a special role in smart manufacturing, since the documents, as the documents contain cross-references to other standards and specifications, explaining the same area of knowledge, together forming a network of interrelated standards. One of the problems at the moment is the inability to effectively use the existing standards base due to its weak structure. This paper discusses the need to create a system of semantic search and content visualization of industry standards.

Keywords: industrial standards, smart manufacturing, intelligent search.