

*Скогликов Иван Александрович*¹,
студент;

*Ведмедь Никита Андреевич*²,
студент;

*Хохловский Владимир Николаевич*³,
доцент, канд. техн. наук

РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

^{1,2,3} Россия, Санкт-Петербург,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
¹ skoglikov.ia@edu.spbstu.ru, ² vedmed.n@edu.spbstu.ru,
³ hohlovskij_vn@spbstu.ru

Аннотация. В работе предложены онтологии планирования предприятий сборочного производства и мехобработки для создания базы знаний в данных областях промышленности. Онтологии были созданы в открытой системе Protége для установления соответствия между понятиями производства изделия при составлении базы знаний путем транслирования данных из MES (Manufacturing Execution System, система управления производством) и RDF-файла онтологии сборочного производства.

Ключевые слова: сборочное производство, механообработка, база знаний, семантическая интероперабельность, онтология, MASON, C#, RDF.

*Ivan A. Skoglikov*¹,
Student;

*Nikita A. Vedmed*²,
Student;

*Vladimir N. Khokhlovskiy*³,
Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

DEVELOPMENT OF COMPONENTS OF AN INTELLIGENT PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEM

^{1,2,3} Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,
¹ skoglikov.ia@edu.spbstu.ru, ² vedmed.n@edu.spbstu.ru,
³ hohlovskij_vn@spbstu.ru

Abstract. The paper proposes ontologies for planning enterprises of assembly production and machining to create a knowledge base in these areas of industry. Ontologies were created in the open Protége system to establish correspondence between product manufacturing

concepts in compiling a knowledge base by translating data from the MES (Manufacturing Execution System) and the RDF file of the assembly manufacturing ontology.

Keywords: assembly production, machining, knowledge base, semantic interoperability, ontology, MASON, C# programming, RDF.

Введение

Эффективное использование знаний становится неотъемлемой частью успешного функционирования предприятий и обеспечения качественных информационных сервисов для конечных пользователей. В этом контексте концепция семантической интероперабельности выделяется как фундаментальный подход, направленный на совместное использование, интеграцию и обмен знаниями между различными информационными системами.

1. Постановка задачи

Цель данной работы заключается в рассмотрении и анализе технологии формирования и использования базы знаний на основе концепции семантической интероперабельности применительно к предметной области – автоматизации производства в машиностроении. В работе представлена структура и онтология сборочного производства и механообработки, описано взаимодействие компонентов системы, предназначенной для создания базы знаний на основе концепции семантической интероперабельности. Приложение реализовано на языке C# с применением библиотеки dotNetRDF для обработки семантических аспектов системы.

2. Семантическая интероперабельность

Существует множество определений интероперабельности, IEEE определяет ее как «степень, в которой две или более системы, продукта или компонента могут обмениваться информацией и использовать информацию, которой они обменялись» [4]. Проблема интероперабельности в промышленности можно решить путем стандартизации. Функциональную интероперабельность можно разделить на уровни, которые могут иметь разную классификацию, в зависимости от автора. В и авторы разделили их на пять категорий:

1) *Интероперабельность устройств*: интероперабельность между интеллектуальными устройствами, обеспечивающая интеграцию и интероперабельность разнородных устройств за счет разнообразия протоколов и стандартов связи, поддерживаемых этими устройствами.

2) *Сетевая интероперабельность*: механизмы, позволяющие бесшовный обмен сообщениями между различными сетями, эта интероперабельность должна решать следующие проблемы: адресацию, маршрутизацию, оптимизацию ресурсов, безопасность и качество обслуживания.

3) *Синтаксическая интероперабельность*: интероперабельность между форматами и структурами данных, используемыми для обмена сообщениями между гетерогенными системами. Для этого необходимо

предоставить интерфейс для каждой схемы, например REST API. Содержимое сообщения должно быть сериализовано для отправки в формате, например XML или JSON. Отправитель кодирует сообщение, а получатель декодирует сообщение, проблема возникает, когда получатель декодирует правила несовместимые с правилами кодирования отправителя.

4) *Семантическая интероперабельность*: она позволяет использовать различные агенты, сервисы и приложения для обмена информацией с однозначным смыслом. Это придает смысл информации, представленной внутри синтаксической структуры. Это позволяет получать данные из совместимого API с форматами данных, такими как JSON, XML или CSV.

5) *Интероперабельность платформ*: интероперабельность между разнообразными операционные системы, языками программирования, структурами данных, механизмы доступа к архитектуре и данными. Здесь разработчикам необходимо понимать различия в API и информационных моделях для каждой отдельной платформы и адаптировать свое приложение для каждой из этих платформ. Это обеспечивает междоменное взаимодействие различных платформ с разнородными доменами (например: здравоохранение, дом и транспорт).

Семантическая интероперабельность в областях сборочного производства и механообработки напрямую зависит от планов работы предприятий и основных понятий данных производств.

План работы предприятия строится исходя из запущенных в производство заказов, каждый из которых характеризуется применяемыми технологическими процессами, условиями для начала выполнения задач и ожидаемым результатом (продуктом или услугой) каждой задачи, предпочтениями по выбору ресурсов, а также нормами времени на выполнение работы [2].

Для продукта обычно задан процесс его получения в виде последовательности операций (задач), для которых указаны требования по ресурсам. При этом указывается необходимое количество ресурса, а также набор характеризующих свойств (признаков, качеств, квалификаций и т. п.), позволяющих подбирать ресурсы в зависимости от ситуации. Перечень таких свойств часто известен заранее, но как правило, подлежит уточнению в процессе функционирования системы. Продолжительность каждой операции определяется производительностью используемого ресурса. Операция может быть прервана, в результате чего будут временно высвобождены все используемые при ее выполнении ресурсы, но для ряда операций может быть установлен запрет на прерывание. Операции упорядочены между собой посредством переходов.

Одна из трудностей в определении порядка операций может быть связана с тем, что такое упорядочение часто задается неявно, например посредством конструкторской и сборочной документации сборки изделия. В

ряде случаев ожидаемый результат может быть получен различными способами, описываемыми альтернативными технологическими процессами.

3. Онтология планирования

Основой онтологий сборочного производства и механообработки, как и в большинстве онтологий связанных с промышленностью, является онтология планирования предприятия.



Рис. 1. Онтология планирования

Важной частью онтологии являются задачи, количество которых варьируется от изготавливаемого изделия. При этом могут быть задачи с фиксированной длительностью или фиксированным объемом работ [1].

Задачи разделяются на атомарные и групповые:

1) *атомарная задача*: продолжительность задана фиксированной нормой времени или зависит от состава, свойств используемых ресурсов и объема продукта;

2) *групповая задача*: продолжительность включает в себя интервалы выполнения дочерних задач, которыми могут являться атомарные или групповые задачи.

Для выполнения задачи могут требоваться ресурсы, требования к которым определяется типом ресурса, количеством ресурсов данного тип, а также перечнем атрибутов, ограничивающих множество подходящих под описание ресурсов. Атрибут представляет из себя триплет: название, оператор, значение.

3.1 Онтология механообработки

Для продукта обычно задан процесс его получения в виде последовательности операций (задач), для которых указаны требования по ресурсам. При этом указывается необходимое количество ресурса, а также набор характеризующих свойств (признаков, качеств, квалификаций и т.п.), позволяющих подбирать ресурсы в зависимости от ситуации. Перечень таких

свойств часто известен заранее, но как правило, подлежит уточнению в процессе функционирования системы.

Была рассмотрена онтология для производственной области MASON (MANufacturing's Semantics ONtology). Как показано на рисунке 2, онтология основана на трех основных понятиях: сущности, операции и ресурсы. Можно установить соответствие с декомпозицией производства Мартином на продукт, процесс и ресурс [3].

На рисунке 2 показаны основные подконцепции, которые наследуются от главных понятий, а также основные отношения между этими концепциями. Рисунок представляет собой небольшую часть всей онтологии, которая на сегодняшний день содержит до 270 базовых понятий и 50 свойств, связывающих их.

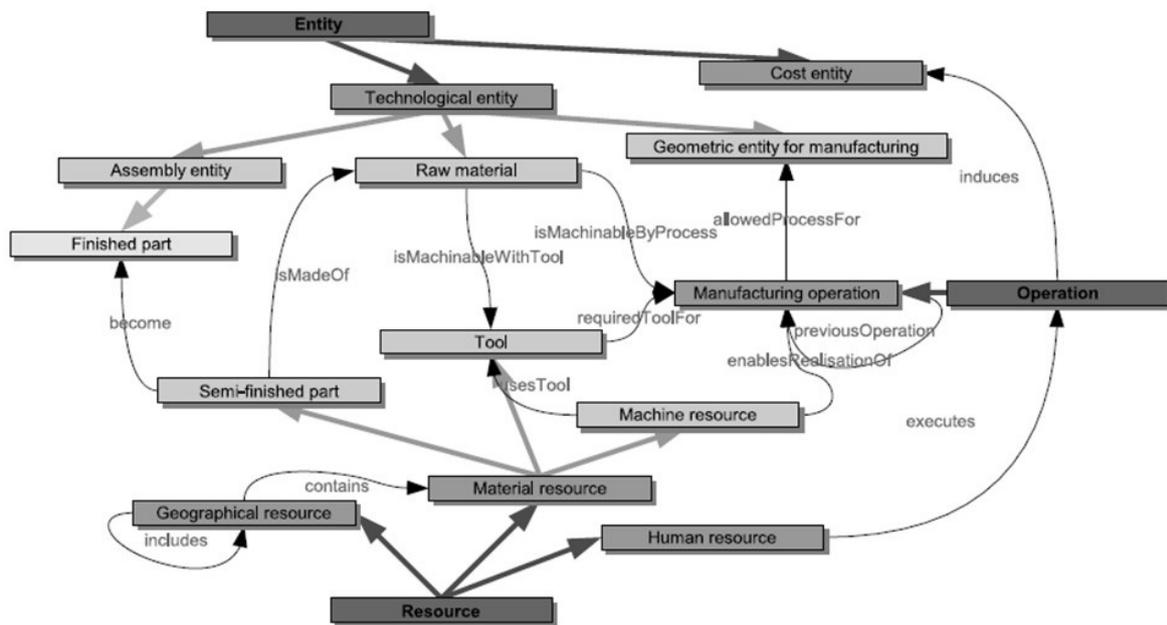


Рис. 2. Основные классы MASON

Данная онтология необходима для установления соответствия между основными понятиями для механизированной сборки изделия при составлении базы знаний путем транслирования данных из MES.LITE в RDF-файл.

3.2 Онтология сборочного производства

Онтология сборочного производства относится к прикладным онтологиям, содержащие классы понятий и отношений, являющиеся специфическими для данной области. В сборочном производстве используются такие классы как «изделие», «технологический процесс», «цех», «оборудование и другие (см. рис. 3). Некоторые из этих классов ссылаются на базовые, приведенные в онтологии планирования.

Основой данной онтологии, как было сказано, базируется на онтологии планирования. Сборочное производство описывается новыми классами, которые связаны между собой, а также имеют отношения к онтологии планирования. К примеру, каждый заказ требует создания некоторого

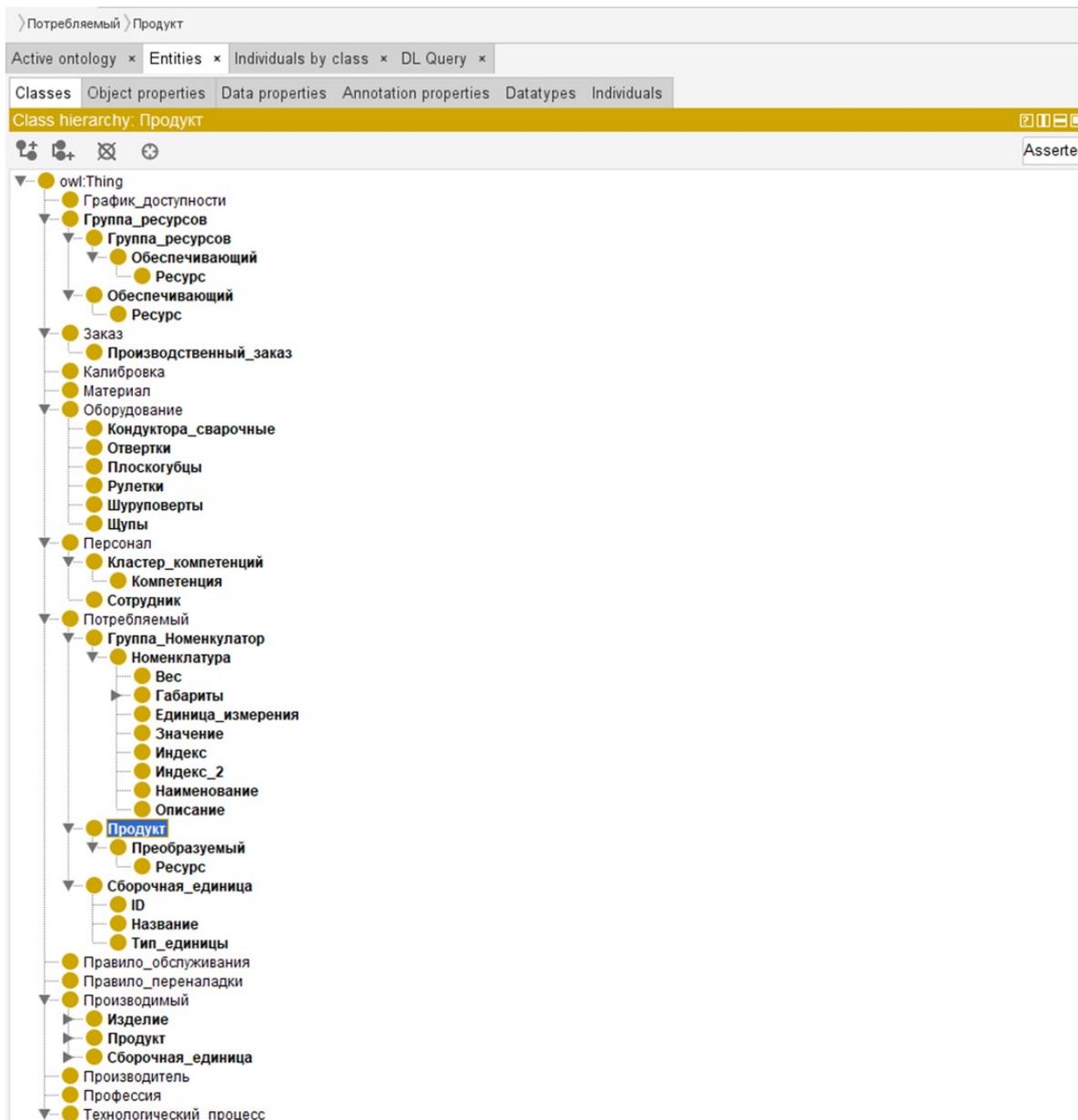


Рис. 4. Отображение классов онтологии в Protégé

4. Приложение базы знаний

Было разработано приложение в C# для открытия базы данных и онтологии. Для открытия RDF файла была использована библиотека Dotnet.RDF. Так как онтология была написана на русском языке, для правильного отображения считанные объекты, субъекты и предикаты необходимо перевести в тип «Srtring».

Для отображения параметров онтологии приложение было сделано в Microsoft Forms, где в таблице отображаются атрибуты онтологии по данным из БД (базы данных), указанные пользователем (см. рис. 5).

В логах пишется данные о соединении с БД, а также атрибуты онтологии с их свойствами и классами, к которому они относятся (см. рис. 6).

	Свойство	Объект	Значение	Мера
▶	Длительность	Операция	25	Минута
	Количество	Алюминий	55	
	Количество	Дерево	33	
	Количество	Стекло	44	
*				

Рис. 5. Таблица атрибутов онтологии и данных БД

Логи:
 Подключение открыто
 Свойства подключения:
 Строка подключения: Data
 Source=192.168.0.107;Initial
 Catalog=MES_DKM;;User ID=sa;
 TrustServerCertificate=True
 База данных: MES_DKM
 Сервер: 192.168.0.107
 Версия сервера: 14.00.1000
 Состояние: Open
 WorkstationId: DESKTOP-MUUBT59
 Атрибут: Вес
 Класс: Номенклатура
 Значение: 52.0
 Мера: кг
 Атрибут: Индекс
 Класс: Номенклатура
 Значение: 1
 Атрибут: Количество
 Класс: Номенклатура
 Значение: 2
 Атрибут: Шкаф котловой автоматики для
 управления котлом

Рис. 6. Логи приложения

Заключение

В ходе работы были рассмотрены базовая онтология планирования и механообработки mason. Были разработаны онтологии сборочного производства и механообработки в программной среде создания онтологий Protege. На основе базы данных системы управления производственными процессами (MES) и созданных онтологий было разработано приложение на языке C#, считывающее значения из базы данных и онтологий в Microsoft forms. Созданное приложение и онтология могут стать основой для создания цифровых двойников рабочих участков сборочного производства.

Список литературы

1. Жилиев А. А. Онтологии как инструмент создания открытых мультиагентных систем управления ресурсами // Онтология проектирования. – 2019. – Т. 9, № 2(32). – С. 261–281. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-261-281.
2. Онтологическое моделирование предприятий: методы и технологии: монография / Отв. ред. С. В. Горшков; предисл. С. В. Горшкова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 236 с. – ISBN 978-5-7996-2580-1.
3. Martin P., d’Acunto A. Design of a production system: an application of integration product-process // Int. J. Computer Integrated Manufacturing. – 2003. – Vol. 16(7-8). – Pp. 509–516. – DOI: 10.1080/0951192031000115831.
4. ISO/IEC/IEEE 24765:2017(en) Systems and software engineering – Vocabulary: International Standard. – Edition 2. – Publication date: 2017-09. – ISO/IEC/IEEE, 2017. – 522 p.