

Вопросы формирования экспертной группы и настройки параметров методов оценки компетентности и согласованности экспертов подробно представлены в [7].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16 – 07 - 00299а.

Список литературы

1. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. N 1632-р.
2. О стратегическом планировании в Российской Федерации: [федер. Закон: принят Гос. Думой 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ]
3. Стратегическое планирование и новые технологии [Электронный ресурс] // Центр стратегических разработок. 24.10.2017. – Режим доступа: <https://www.csr.ru/news/2313/>
4. Consulting Industry// Consultancy.uk [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.consultancy.uk/consulting-industry>
5. Zakharova A.A. Developing the structure and structural patterns for a system to support strategic decision making using expert knowledge. Proc.of 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2016). Novosibirsk, NSTU, 2016. Vol. 2, pp. 497–501
6. Захарова А.А. НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 11-2. – С. 276-280; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40966>
7. Захарова А.А., Колегова О.А. Разработка структуры и функций типового модуля "Работа с экспертами" для системы поддержки принятия решений стратегического управления организацией // Новые исследования в разработке техники и технологий. – 2017. – № 2.– С.18-25

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ИНДУСТРИИ 4.0

Д.А. Заколдаев, к.т.н., доц., И.О. Жаринов, д.т.н., проф.

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
197101, г. Санкт-Петербург, пр. Кронверкский, 49, тел. (812)-252-20-37
E-mail: Mpbva@mail.ru*

Предлагается схема организации взаимодействия компонентов киберфизических систем на производстве на основе онтологий. Рассматривается производственное предприятие Индустрии 4.0 типа умная фабрика. Основное внимание в статье уделено взаимодействию цифровых двойников оборудования и цифровых двойников технологических процессов с реальным оборудованием предприятия.

Онтология в общем случае представляет собой [1] спецификацию (детальное описание), используемую для формального и декларативного определения какой-либо области знаний, содержащую терминологический словарь этой области знаний и перечень терминологических связей, основанных на принципах математической логики, описывающих отношения терминов на уровне «часть-целое». Составными частями онтологии являются: глоссарии (перечень терминов и их академических определений), тезаурусы (определяют семантическую связь между различными терминами) и пр.

Онтология – это один из способов структурирования терминов (понятий) в заданной предметной области. Характерной особенностью онтологического словаря, отличающей его от обычного, является логическая структурированность используемого терминологического аппарата при сохранении внутреннего единства словаря [2].

Зачастую, онтологии представляют в виде древовидной структуры классов или в формате программно реализованной базы данных, т.е. системы терминов, описывающих: классы (термины, понятия); экземпляры классов (конкретные представители терминов); отношения и свойства классов и экземпляров [3]. Существуют специальные языки программирования и форматы представления различных структур данных, используемые для описания онтологий: xml-формат, RDF (Resource Description Framework), OWL (Web Ontology Language), Cycl, Ontolingua и др.

Задача исследования заключается в определении схемы взаимодействия онтологий и цифровых моделей изделия и производственных процессов его изготовления на промышленных предприятиях Индустрии 4.0.

Описание производственных процессов на основе онтологий

Схема формирования описания производственных процессов на основе онтологий на предприятиях Индустрии 4.0 типа «умная фабрика» [4, 5] приведена на рис.1. Исходными данными для получения цифрового двойника предприятия и цифровых моделей технологических процессов изготовления изделий приборостроения являются:

- на физическом уровне: задействованные в технологическом процессе киберфизические системы (технологическое оборудование); технологическая документация, определяющая маршрут изготовления изделия (технологические карты, описания технологических процессов изготовления изделия и их последовательность выполнения);
- на уровне математических абстракций: онтологии предметной области цифрового производства на предприятиях Индустрии 4.0 типа «умная фабрика» и онтологический словарь;
- на уровне ресурсов: комплекты конструкторской, программной и технологической документации; государственные, межгосударственные, отраслевые и международные стандарты, а также руководящие документы и методические указания, на основе которых подготавливаются специальные методики испытаний для контроля качества изготавливаемой на производственном предприятии продукции.

Уровень цифровых моделей на производстве Индустрии 4.0 представлен совокупностью [6, 7]:

- цифровых двойников технологического оборудования;
- цифровых моделей операций технологического процесса изготовления изделий;
- цифровых моделей изготавливаемого изделия и его составных частей (входят в состав конструкторской (КД), программной (ПД) и технологической (ТД) документации);
- цифровых моделей внешних воздействующих факторов, необходимых для проведения виртуальных испытаний цифровой модели изделия с использованием технологий имитационного моделирования.

Онтологии на предприятиях Индустрии 4.0

В приложении к предметной области Индустрии 4.0 представителями физического мира автоматизированных систем выступают киберфизические системы, установленные на производственных предприятиях типа умная фабрика, а представителями виртуального мира технологий обработки информации выступают облачные технологии и технологии промышленного интернета вещей на уровне сервисов [8-10].

Центральное место в онтологии занимают классы (наборы объектов, коллекции и пр.), которые определяют основные понятия рассматриваемой предметной области. В части производственных предприятий Индустрии 4.0 целесообразно рассматривать два вида классов для онтологий:

- классы, соответствующие обобщенным понятиям на уровне кибермира;
- классы, соответствующие реальным объектам в физическом мире.

Классы, соответствующие обобщенным понятиям (абстрактные классы), определяют термины для описания процессов обработки информации на уровне абстракций с целью доступа пользователя (персонала завода, программного агента цифровой системы управления предприятием и пр.) к классам, соответствующим реальным объектам. Классы, соответствующие реальным объектам, определяют термины, необходимые для определения конкретных объектов (процессов) реального мира (экземпляров технологического оборудования, технологических операций и пр.) в автоматизированных системах производства Индустрии 4.0.

В этой связи, онтология может быть представлена на уровне формальной модели упорядоченной совокупностью множеств конечной размерности [1-3]: термины; отношения между терминами (на уровне «часть-целое»); функции интерпретации терминов и отношений.

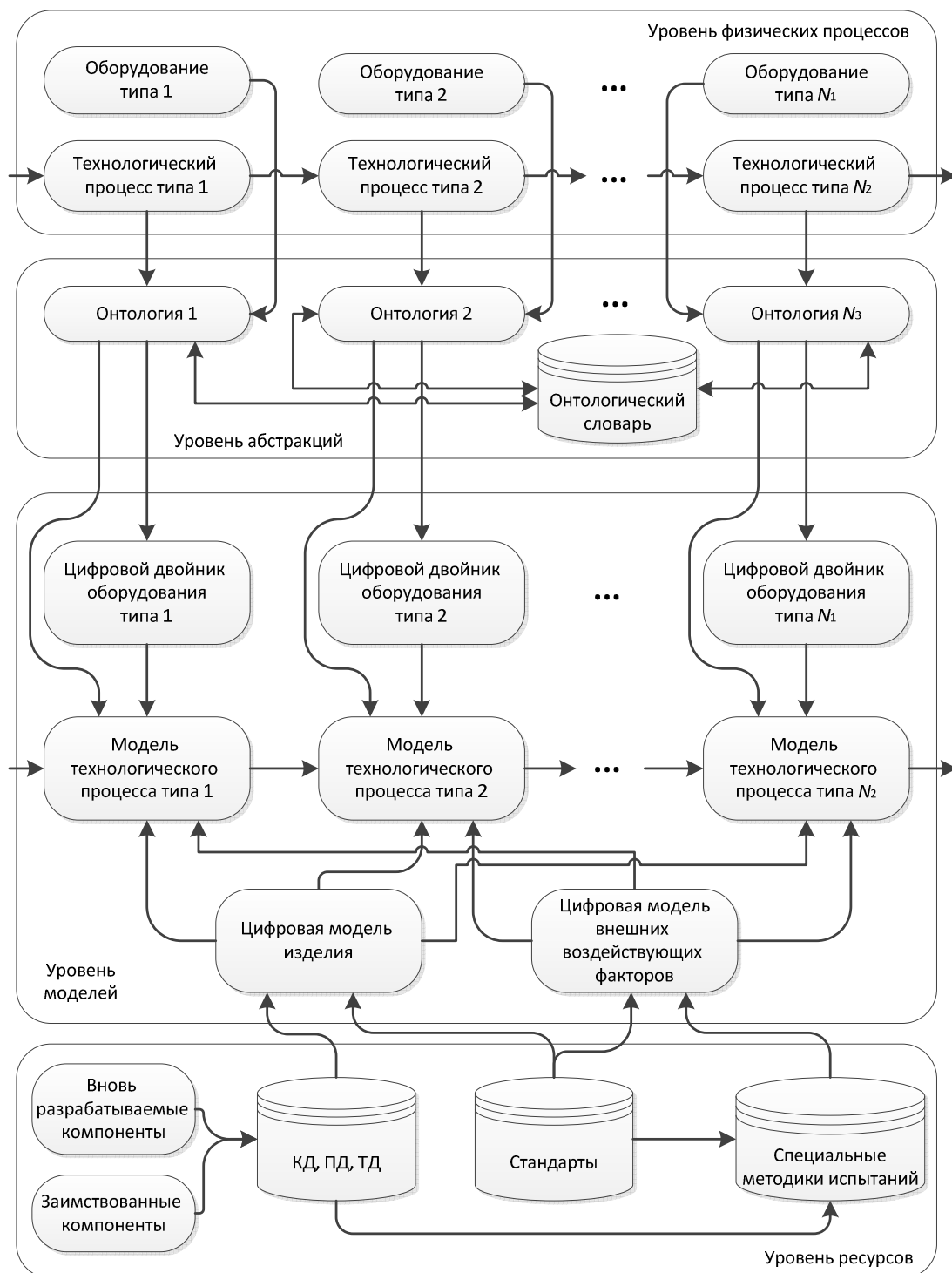


Рис.1. Схема формирования описания производственных процессов на основе онтологий на предприятиях Индустрии 4.0 типа «умная фабрика».

Функция интерпретации, заданная для каждого термина, позволяет поставить в соответствие семантику языка, воспринимаемую человеком, и семантику языка, пригодную для машинной обработки данных (например, с использованием терминологического аппарата баз данных). Таким образом, интерпретирующая функция транслирует термины классов онтологии в машинные запросы пользователя (персонала завода, программного агента цифровой системы управления предприятием

и пр.) к базе данных, что может быть реализовано программным способом на уровне абстракций, как показано на рис.1.

Подход к описанию предметной области знаний на основе онтологий представляет собой форму человеко-машинного интерфейса, в которой термины онтологического словаря могут одновременно использоваться как разработчиком, так и автоматизированной системой в процессе машинной обработки данных. Такой эффект достигается за счет представления терминов в онтологии на основе формальной семантики языка, доступной для компьютерной обработки и воспринимаемой человеком. Таким образом, онтологии выступают посредником между физическим миром автоматизированных систем предприятия Индустрии 4.0 и виртуальным миром технологий обработки информации.

Список литературы

1. Бармина О.В., Никулина Н.О. Построение системы поддержки принятия решений на основе онтологического анализа предметной области // Интеллектуальные системы, управление и мехатроника / Сб. трудов Всероссийской научно-технической конференции (19-21 мая 2016 г., г. Севастополь), Севастополь: Издательство Севастопольского государственного университета, 2016, с.463-467.
2. Боргест Н.М. Введение в онтологию проектирования // Информационные технологии и системы / Сб. трудов 3-ей международной научной конференции (26 февраля - 02 марта 2014 г., г. Челябинск), Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2014, с.61-63.
3. Манаськин А.В., Брунилин А.А., Саенко И.Б. Онтологический подход к созданию систем поддержки принятия решений // Технические науки — от теории к практике / Сб. статей по материалам LXIV международной научно-практической конференции (28 ноября 2016 г., г. Новосибирск), Новосибирск: СибАК, 2016, №11(59), с.28-32.
4. Виноградова Е.Ю., Галимова А.И. Информационная система планирования и управления предприятием как элемент цифровой экономики // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли / Сб. трудов научной и учебно-практической конференции (06-07 июня 2017 г., г. Санкт-Петербург), СПб: Издательство СПбПУ Петра Великого, 2017, с.168-176.
5. Дементьев С.Г., Назаров В.В., Шабалкин Д.Ю. Интегрированная автоматизированная система конструкторско-технологической подготовки производства и управления изготовлением воздушных судов как основа цифровой производственной системы // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития / Материалы 4-ой международной научно-практической конференции (16-17 октября 2014 г., г. Ульяновск), Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного университета, 2014, с.89-90.
6. Зиберов М.В. Цифровое производство — технологическая платформа информационного общества // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире / Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (17 июня 2017 г., г. Пермь), Уфа: Издательство ООО «Агентство международных исследований», 2017, с.113-119.
7. Сидоренко С.А., Герасимов Р.В., Степанян А.А. Проектирование промышленных предприятий методом создания цифровой модели // Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и технологической безопасности / Материалы 3-й ежегодной научно-практической конференции (14-30 апреля 2015 г., г. Ставрополь), Ставрополь: Издательство Издательского дома «Тэсэра», 2015, с.259-261.
8. Скрипченко Ю.С., Гусев П.Ю. Цифровое моделирование сборочного производства в Technomatix plant simulation // Техника и технологии: пути инновационного развития / Материалы международной научно-практической конференции (01 июня 2011 г., г. Курск). Под ред. А.А. Горохова, Курск: Издательство Юго-западного государственного университета, 2011, с.133-135.
9. Степанова А.С., Степанов С.Л. Организация структур систем кастомизированного производства в четвертой индустриальной революции // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2016) / Труды 26-ой международной молодежной конференции (17-19 октября 2016 г., г. Москва), М: Издательство ООО «Аналитик», 2016, с.85-89.
10. Babiceanu R.F., Seker R. BigData and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: a survey of the current status and future outlook // Computers in Industry, 2016, vol.81, pp.128-137.