

УДК 004.4

Применение онтологического подхода к процессу проектирования информационной системы

Набатов А.Н.*, Веденяпин И.Э., Мухтаров А.Р.*****

Уфимский государственный авиационный технический университет

ул. К.Маркса, 12, Уфа, 450008, Россия

**e-mail: nbtv@yandex.ru*

***e-mail: vig@ugatu.su*

****e-mail: mar@ugatu.su*

Аннотация

Рассматриваются вопросы развития корпоративных информационных систем, их проектирования, развития, эксплуатации. Предлагается подход к проектированию связанный с комбинирование известных технологий. Показана принципиальная возможность комбинирования данных подходов на основе общности базовой предметной области.

Ключевые слова: проектирование информационных систем, модель сущность-связь, онтологический подход, XML формат.

Введение

Подавляющее большинство современных предприятий и организаций внедрили и эксплуатируют некоторый набор информационных технологий. Это в первую очередь касается современных высокотехнологических производств,

относящихся к авиационной, машиностроительной или подобной области народного хозяйства. Данный набор разнится от одной организации к другой, но при этом можно выделить ряд общих черт, характерных для всех:

- набор локального программного обеспечения (далее – ПО), который зависит от воззрений руководства, проводимой в организации информационной политики, служебных обязанностей, предпочтений системных администраторов и пользователей (местечковый джентельменский набор);
- набор ПО для корпоративного управления. Касается, как минимум, автоматизации учетной функции (бухгалтерия, кадры). Данный набор может быть развернут как в локальном, так и сетевом варианте;
- набор информационного представления организации в глобальной сети.

Многие организации продвинулись дальше по пути информатизации. Это определяется прежде всего доступным и эффективным ИТ бюджетом (*доступный бюджет* – средства, которые организация может потратить на ИТ, *эффективный бюджет* – средний размер средств, расходуемых организацией в календарный период на ИТ). При этом практически всегда решается задача освоения бюджета развития ИТ с несколькими ограничениями – максимальный (видимый/удобный для отчетности) эффект, минимизация затрат (финансовых, кадровых и других ограниченных ресурсов) и т.д.

Таким образом, возникает эффект «лоскутного» одеяла информатизации: при наличии достаточного бюджета развития ИТ и наличия политической воли руководства организации периодически производится комплексная реконструкция

ИТ сферы – разрабатывается/модернизируется/уточняется ИТ политика организации, которая отражает как знания ИТ специалистов организации, так и общие тенденции развития отрасли; модернизируются частично или полностью элементы ИТ сферы и т.д. Затем процесс повторяется на следующем витке развития.

Конечно, большинство руководителей осознают недостатки данного пути, но при этом не видят другой альтернативы развития при указанных ограничениях ресурсов.

Тем не менее, исследования и практическое использование как старых, но по-прежнему актуальных подходов, так и вновь создаваемых продолжают в информационной сфере постоянно [14]. Исследования идут по разным направлениям, в том числе развивается математическое, алгоритмическое, сетевое обеспечение, также исследователи разрабатывают новые методологии и технологии в области проектирования и реализации ИТ систем [15, 16, 17, 19]. Мировое сообщество признает ИТ сферу как один из локомотивов развития человечества.

Опорные определения

Для дальнейшего рассмотрения введем ряд ключевых понятий.

В информационных технологиях и компьютерных науках под онтологией подразумевается явное описание множества объектов и связей между ними (концептуализация) [1].

Глоссарий – словарь узкоспециализированных терминов в какой-либо отрасли знаний с толкованием, иногда переводом на другой язык, комментариями и примерами. [2].

К основным относятся процессы, связанные непосредственно с превращением

предметов труда в готовую продукцию [3].

Вспомогательные процессы: перемещение предметов труда, ремонт оборудования, уборка помещений и т. д. Эти виды работ лишь способствуют течению основных процессов, но сами непосредственно в них не участвуют [3].

Общий подход к решению задач создания ИТ систем

Как правило, при решении задачи автоматизации некоторой предметной области руководство формулирует общую цель автоматизации, а также, возможно, некоторые реперные точки/характеристики. ИТ специалист либо подбирает из множества существующих, либо создает некоторое решение в соответствии с данными граничными условиями, фактически реализуя верхнюю ветвь модели, представленной на рисунке 1. Затем в процессе тестирования, опытной и промышленной эксплуатации уточняются характеристики/параметры/элементы, которые можно изменить или настроить. Этот процесс протекает итерационно до достижения результата, устраивающего участников процесса.

Данный путь считается каноническим, но обладает ключевым недостатком – невысокой скоростью достижения конечного результата. Современные исследования направлены на преодоление данного недостатка. Одним из методов является применение онтологического подхода к процессу проектирования или анализа ИТ решений (см. рис.1) [5, 6].

Онтологическое представление организации

Если исходить из того, что все деловые функции сотрудник/управленец осуществляет на своем рабочем месте, то можно представить организацию в целом как совокупность рабочих мест.

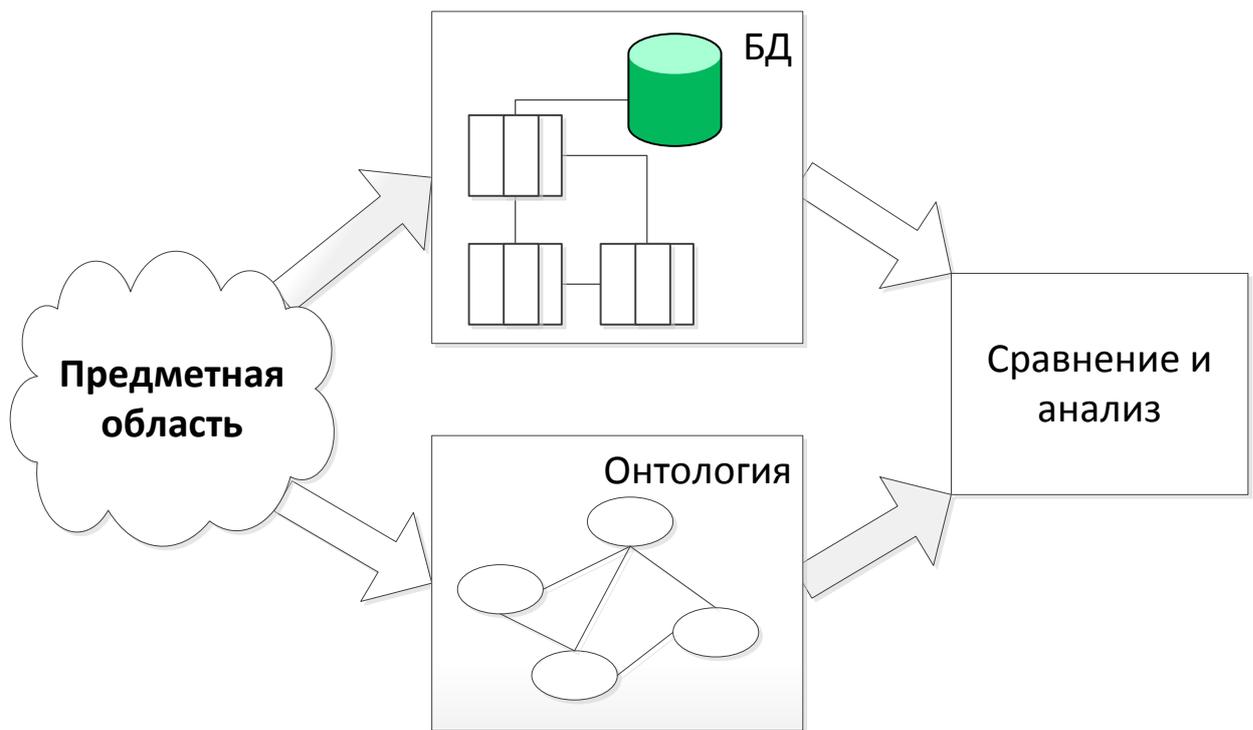


Рис. 1. Онтология как средство исследования

Рабочее место как онтологический граф представлено на рис. 2. Данное рабочее место представляется по управляющему персоналу производств в машиностроении, в частности аэрокосмическом кластере АО ОДК [4, 5, 7, 9, 12].

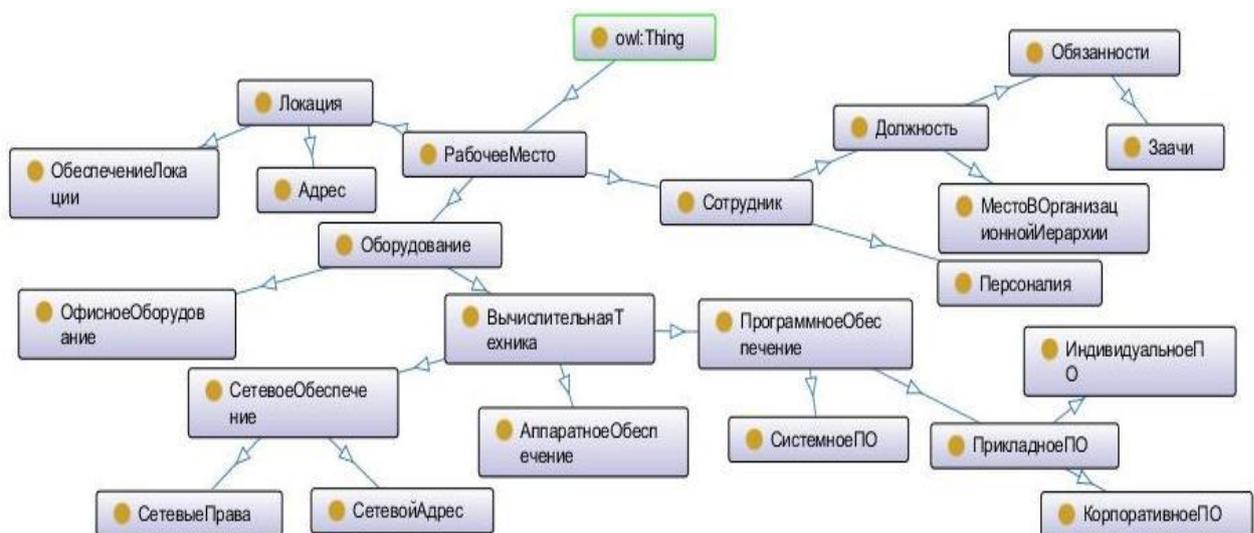


Рис. 2. Онтология рабочего места

Совокупность всех сетевых оборудований дает вычислительную сеть организации, совокупность должностей с наложенной на нее структурной сетью

(подразделениями) дает оргструктуру, обязанностей – функциональную модель организации, задач – процессную модель и т.д.

Таким образом, рабочее место можно представить, как вектор состояния:

$$PM = F\{C_i, L_i, O_i, \Sigma CB_{PM}\}, \quad (1)$$

где, соответственно,

$$C_i = F^1\{P_j, D_j\}, \quad (2)$$

$$L_i = F^2\{A_k, OL_k\}, \quad (3)$$

$$O_i = F^3\{OO_1, VT_1\}, \quad (4)$$

где C_i – i -ый сотрудник, L_i – i -ая локация, O_i – i -ый набор оборудования, ΣCB_{PM} – совокупность связей рабочего места, P_j – j -ый человек/гражданин, D_j – j -ая должность, A_k – k -ый адрес, OL_k – k -ое обеспечение локации, OO_1 – 1-ый набор офисного оборудования, VT_1 – 1-ый набор вычислительной техники.

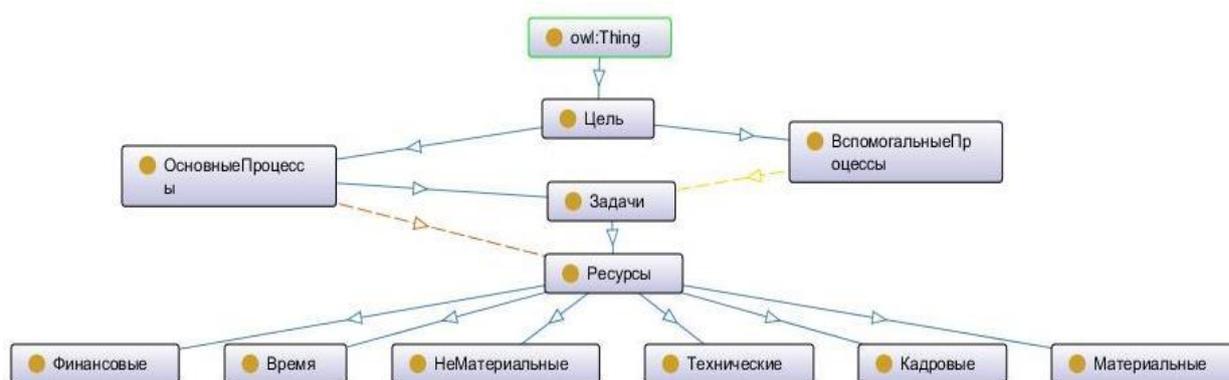


Рис.3 Онтология задач

Рабочие места, выделенные для сотрудников необходимы им для выполнения задач выполняемых в рамках своих служебных обязанностей. Аналогично онтологии рабочих мест можно привести онтологию задач (см. рис. 3) [6, 9, 11].

Представленная онтология выполнена на примере авиационного вуза, ключевой задачей которого является подготовка инженерно-научных кадров для авиационной промышленности. [13]

Для задач можно представить вектор состояния:

$$Ц = F^4\{ОП_p, ВП_p, \Sigma СВ_ц\}, \quad (5)$$

где, соответственно,

$$ОП_p = F^5\{З_q\}, \quad (6)$$

$$ВП_p = F^{5'}\{З'_q\}, \quad (7)$$

$$З_q = F^6\{\Phi_r, В_r, НМ_r, Т_r, К_r, М_r\}, \quad (8)$$

где ОП_p – p-ый основной процесс, ВП_p – p-ый вспомогательный процесс, $\Sigma СВ_ц$ – совокупность связей целей, З_q – q-ая задача, З'_q – q'-ая задача, Φ_r – r-ый финансовый ресурс, В_r – r-ый временной ресурс, НМ_r – r-ый нематериальный ресурс, Т_r – r-ый технический ресурс, К_r – r-ый кадровый ресурс, М_r – r-ый материальный ресурс.

Необходимо уточнить, что при рассмотрении онтологических представлений реальной области были сделаны некоторые допущения:

- некоторая идеализация ситуации: все, что должно работать – работает штатно;
- все неизвестные/неопределенные/независимые параметры установлены на экстремум (локальный или глобальный);
- человека, участвующего во вспомогательных процессах, можно воспринимать как идеальный автомат;

- следствием из предыдущего тезиса является то, что все решения лица, принимающего решения по вспомогательным процессам, всегда правильны и идеальны.

В частности, вспомогательные процессы можно рассматривать как идеальные, т.е. выполняемые за оптимальное время, с минимальным расходом ресурсов (т.е. ресурсы, потребляемые вспомогательными процессами незначительны, и ими можно пренебречь)

Объединяя приведенные онтологии в одну получаем онтологию (онтологическую модель) организации, представленную на рисунке 4.

Объединение онтологий ведет не только к линейному росту (за счет увеличения количества классов), но и к усложнению структуры связей [4].

Таким образом,

$$\text{РМЦ} = F'\{C_i, L_i, O_i, \text{ОПр}_p, \text{ВПр}_p, \sum \text{СВ}_{\text{рмц}}\}, \quad (9)$$

где C_i – i -ый сотрудник, L_i – i -ая локация, O_i – i -ый набор оборудования, ОПр_p – p -ый основной процесс, ВПр_p – p -ый вспомогательный процесс, $\sum \text{СВ}_{\text{рмц}}$ – совокупность связей совмещенной онтологии.

При этом:

$$\sum \text{СВ}_{\text{рмц}} \neq \sum \text{СВ}_{\text{рм}} + \sum \text{СВ}_{\text{ц}} \quad (10)$$

По мере исследования предметной области и формирования представления о ней, у исследователей формируется множество разнообразных моделей, отвечающих на разнообразные вопросы, такие как:

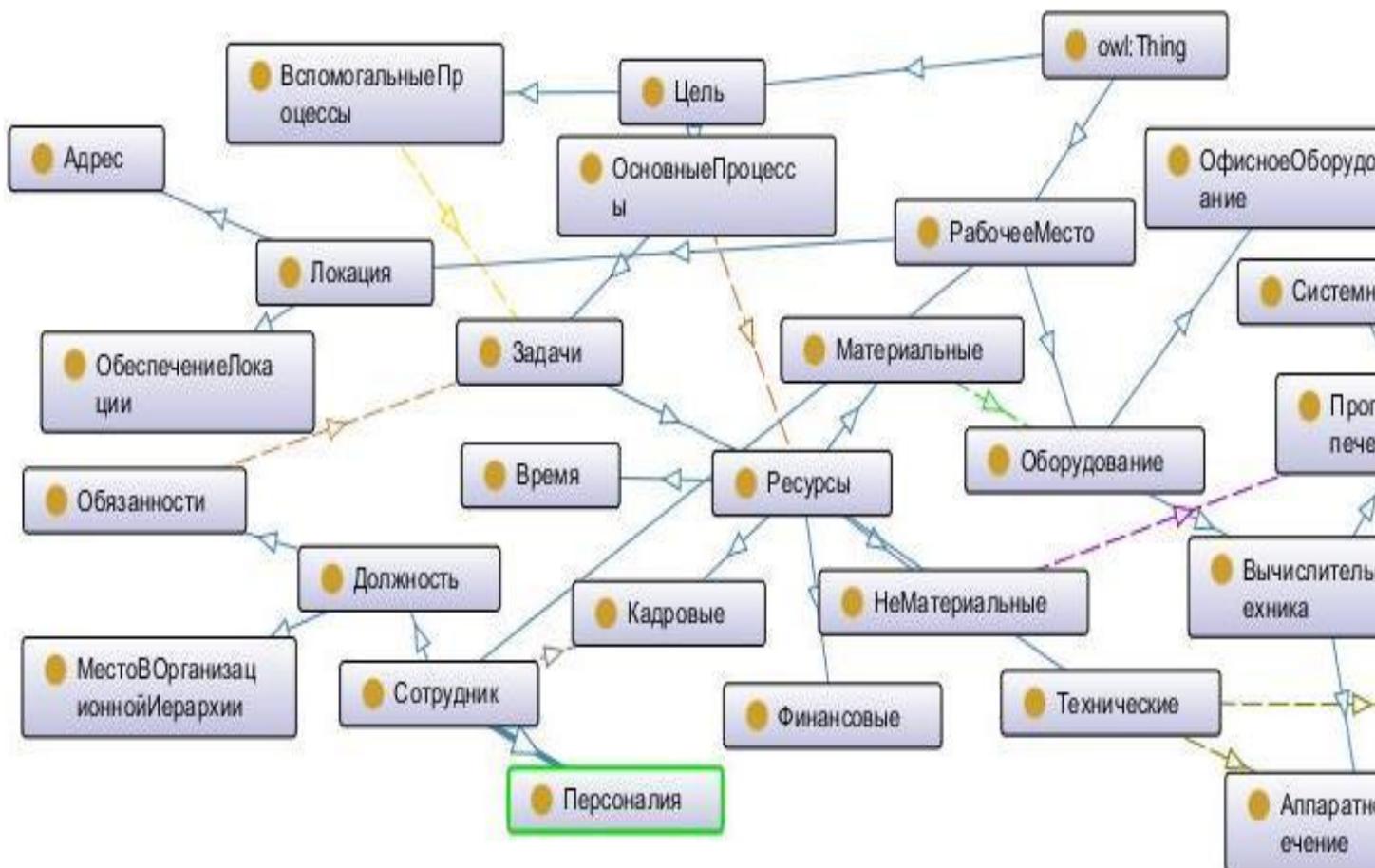


Рис. 4. Совмещенная онтология задач и рабочих мест

- какие понятия, сущности используются в данной предметной области;
- какие документы сопровождают процессы в данной предметной области;
- какие информационные потоки характеризуют перемещение информации в данной предметной области;
- какие процессы и функции в данной предметной области протекают;
- как можно их улучшить, повысить качество;

- какие математические зависимости можно использовать для описания данной предметной области или отдельных процессов или явлений;
- и т.д.

Исследователи стремятся согласовать тезаурус/гlossарий как между собой, так и в разных моделях для получения согласованного и общепризнанного представления.

Инструментальным средством работы с онтологиями был выбран программный продукт Protégé ver.5.2.0 разработки Stanford Center for Biomedical Informatics Research. Данное средство позволяет представлять онтологию как в виде графического дерева, так и в виде файла в формате OWL/XML (см. рис. 5).

Для реализации информационной системы необходима база данных адекватно представляющая информацию о предметной области (верхняя ветвь рис. 1). Одной из наиболее популярных нотаций для описания баз данных является модель сущность-связь (ER-модель) [10, 11]. С помощью типового ER моделирования можно получить как логическое представление о структуре информации в некоторой предметной области, так и физическую структуру базы данных реализуемой при помощи конкретной СУБД. Затем *классическую* ER-модель, полученную с помощью программного продукта AllFusion ERwin Data Modeler, экспортируем в XML Schema1.0 (W3C XSD) вид и получаем результат в формате XML (см.рис.6) [11].

```

Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
<NamedIndividual IRI="#Win7SP1"/>
</Declaration>
<Declaration>
<Class IRI="#ОбеспечениеЛокации"/>
</Declaration>
<Declaration>
<NamedIndividual IRI="#УчебныйСеместр_2018"/>
</Declaration>
<Declaration>
<ObjectProperty IRI="#ИмеютОтношение"/>
</Declaration>
<Declaration>
<NamedIndividual IRI="#Проектор"/>
</Declaration>
<Declaration>
<Class IRI="http://www.semanticweb.org/nabatov/ontologies/2018/3/untitled-ontology-5#Технические"/>
</Declaration>
<Declaration>
<Class IRI="http://www.semanticweb.org/nabatov/ontologies/2018/3/untitled-ontology-5#Время"/>
</Declaration>
<Declaration>
<Class IRI="#СетевоеОбеспечение"/>
</Declaration>
<Declaration>
<ObjectProperty IRI="#Определяют"/>
</Declaration>
<Declaration>
<Class IRI="http://www.semanticweb.org/nabatov/ontologies/2018/3/untitled-ontology-5#Кадровые"/>
</Declaration>
<Declaration>
<Class IRI="#Сотрудник"/>

```

Рис. 5. Совмещенная онтология в формате OWL/XML

```

Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!-- This file was generated by W3C XML/XSD Export Model Bridge from Meta Integration Technology, Inc. (MITI) -->
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="">
<xs:complexType name="Адрес_3">
<xs:attribute name="ID_Адреса" use="required" type="xs:integer"/>
</xs:complexType>
<xs:attribute name="Адрес">
<xs:simpleType>
<xs:restriction base="xs:string">
<xs:maxLength value="20" />
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:attribute>
<xs:attribute name="ID_Локации" use="required" type="xs:integer">
</xs:attribute>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="АппаритноеОбеспечение_8">
<xs:attribute name="ID_АппаритноеОбеспечения" use="required" type="xs:integer">
</xs:attribute>
<xs:attribute name="АппаритноеОбеспечение">
<xs:simpleType>
<xs:restriction base="xs:string">
<xs:maxLength value="20" />
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:attribute>
<xs:attribute name="ID_БТ" use="required" type="xs:integer">
</xs:attribute>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="Временные_27">
<xs:complexContent>

```

Рис. 6. Экспортированная в формат XML ER-модель задач и рабочих мест

Результаты моделирования как с помощью онтологического подхода, так и классического ERD подхода представленные на рис.5 и 6. в виде XML файлов. Несмотря на то, что данные XML файлы имеют различную внутреннюю структуру, получены в результате моделирования одной и той же предметной области и,

следовательно, опираются на один и тот же глоссарий [19, 20]. Таким образом, они сравнимы и результаты сравнения могут улучшить модели как онтологическую, так и ERD модель, *в зависимости от поставленной перед сравнением задачи*. Также на основе данного подхода можно более точно прогнозировать предлагаемые изменения, которые возникают при модернизации информационной системы, предназначенной для работы в данной предметной области.

Выводы

Использование онтологий предметной области и целей автоматизации совместно с единым глоссарием в сочетании с каноническим подходом к проектированию ИТ решений позволяет решить задачу ускорения разработки совместно с задачей повышения ее качества, что является актуальным для промышленной революции «Индустрия 4.0», позволяя высокотехнологичным секторам экономики, таким как самолето-, авиадвигателе- и машиностроению быть на уровне передового мирового развития.

Данное ускорение разработки достигается за счет представления обеих результатов моделирования в формате XML с последующим сравнением с использованием методов кластерного анализа, а также семантического сравнения.

Библиографический список

1. Ontology: Its Role in Modern Philosophy. 2018. URL: <https://www.ontology.co/>
2. Академик. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/226446>

3. Осипова Г.И., Миронова Г.В. Экономика и организация производства. - М.: МГУП, 2003. - 322 с.
4. OWL Web Ontology Language guide. W3C working draft. W3 Consortium, 2003.
URL: <http://www.w3.org/TR/2003/WD-owl-guide-20030331/>
5. Dietz J. Enterprise Ontology: Theory and Methodology, New York, Springer, 2006, 243 p.
6. A. van Renssen. A Generic Extensible Ontological Language: Design and Application of a Universal Data Structure, Delft, Delft University Press, 2005, 238 p.
7. Кудряшова Э.Е. Методы и модели проектирования информационных систем.- М.: Академия естествознания, 2009. – 127 с.
8. Гончар А.Д. Сравнительный анализ баз данных и баз знаний (онтологий) применимо к моделированию сложных процессов // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5-1 (37). С. 26.
9. Мамажонова Г.Ю. Создание онтологии в программе protégé для компании // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 1 (69). С. 280 - 286.
10. Создание ER-Диаграмм. URL: <http://inf-teh-lotos.ru/sozдание-er-diagramm>
11. Аржан Кинжалин. Моделирование баз данных при помощи Erwin. URL: http://old.ci.ru/inform12_98/ast1.htm
12. Горлицына О.А., Вахидова Л.В. Проблема формирования графо-технологической грамотности у будущих специалистов технического профиля // Педагогический журнал Башкортостана. 2016. №6 (67). С. 119 – 132.
13. Медведева И.Н., Мартынюк О.И., Панькова С.В., Соловьева И.О. О подготовке будущих педагогов к профессиональной деятельности по оцениванию

результатов обучения // Вестник Псковского государственного университета. 2016. № 9. С. 234 – 141.

14. Боргест Н.М. Будущее университета: онтологический подход. Часть 2: сущности, мотивация, проектное обучение // Онтология проектирования. 2012. № 1 (3). С. 87 - 105.

15. Кучуганов М.В. Синтез схем баз данных на основе онтологии // Онтология проектирования. 2016. №4 (22). С. 475 – 484.

16. Дудаков Н.С., Макаров К.В., Путято С.А. Модель информационного обеспечения систем управления реального времени при решении задач с широким спектром входных данных // Труды МАИ. 2017. № 94. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=81135>

17. Шмелев В.В. Решение оптимизационной задачи на сетевой модели технологического процесса // Труды МАИ. 2016. № 88. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=70696>

18. Заковряшин А.И. Метод количественных оценок технических состояний сложных систем // Труды МАИ. 2014. № 72. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=47270>

19. Казаков И.А., Манцивода А.В. Базы данных как онтологии // Известия Иркутского государственного университета. 2011. Т. 4. № 1. С. 20 – 30.

20. Бабкин Э.А., Князькин В.П., Шиткова М.С. Сравнительный анализ языковых средств, применяемых в методологиях бизнес моделирования // Бизнес-информатика. 2011. № 2 (16). С. 31 – 42.