

УДК 004.05:004.822

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ПРИ СВЯЗЫВАНИИ ОБЪЕКТНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ ПО СЕМАНТИКЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Бубарева О.А., Ведриганов С.А.

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,  
Бийский технологический институт (филиал), Бийск,  
e-mail: angel@bti.secna.ru, vedriganov.sergei@mail.ru*

Данная статья посвящена исследованию особенностей процесса интеграции информационных систем. Использование международных стандартов при разработке программных комплексов помогает поддерживать высокое качество их функционирования. Но при интеграции информационных систем в области связывания объектных спецификаций программ могут возникать ошибки. Недостаточное качество программ может нанести ущерб, значительно превышающий положительный эффект от их использования. В статье рассмотрена постановка задачи интеграции программных систем на основе онтологического подхода. Выделены основные конфликты, возникающие при сопоставлении предметных областей, которые влияют на показатели устойчивости функционирования и работоспособности программных систем. Предложены метрики и шкала для описания характеристик качества процесса интеграции программных систем. Использована методика оценки качества программных систем, которая базируется на аналитической иерархической процедуре Саати. В качестве тестовых информационных систем для интеграции были выбраны система учета лицензионного программного обеспечения и система материально-технического обеспечения института. Описывается вычислительный эксперимент для тестирования метода оценки. В рамках данного исследования были определены инструменты и методы, которые с минимальной погрешностью обрабатывают конфликты данных при интеграции онтологий программных систем.

**Ключевые слова:** программная система, оценка качества, интеграция, онтология

## EVALUATION OF THE QUALITY OF SOFTWARE WHEN BINDING OBJECT SPECIFICATIONS ON THE SEMANTICS OF THE ONTOLOGICAL LEVEL

Bubareva O.A., Vedriganov S.A.

*Federal State Budget Educational Establishment of Higher Education  
«Altai State Technical University I.I. Polzunov», Biysk Technological Institute (branch),  
Biysk, e-mail: angel@bti.secna.ru, vedriganov.sergei@mail.ru*

This article is devoted to the study of the features of the process of integration of information systems. The use of international standards in the development of software packages helps maintain high quality of their functioning. But when integrating information systems in the field of binding object program specifications, errors can occur. Insufficient quality programs can cause damage, far exceeding the positive effect of their use. The article considers the problem of integration of software systems based on the ontological approach. The main conflicts that arise in the comparison of subject areas that affect the indicators of the stability of the functioning and operability of software systems are identified. Metrics and a scale are proposed for describing the quality characteristics of the integration process of software systems. We used a methodology for evaluating the quality of software systems, which is based on the analytical hierarchical procedure of Saati. As a test information system for integration, the licensed software accounting system and the material and technical support system of the Institute were chosen. A computational experiment for testing the estimation method is described. In the framework of this study, tools and methods were identified that handle data conflicts with minimal errors in the integration of ontologies of software systems.

**Keywords:** program system, quality assessment, integration, ontology

На сегодняшний день для интеграции информационных систем и ресурсов сети Интернет применяется широкий набор инструментов, включающий различные варианты обмена через файловые выгрузки, SOAP веб-сервисы, использование шин обмена данными, систем управления нормативно-справочной информацией, т.е. MDM-систем. Но представленные варианты являются лишь инструментами, не решающими проблему, конфликт, возникающий при интеграции, а именно: семантическую неоднородность данных, которую решают посредством описания предметной области, спецификаций

структуры, поведения объектов, проверкой и согласованием предметной области.

Описывая предметные области, чаще всего прибегают к онтологиям.

Применение онтологий в процессе объединения программных продуктов позволяет повысить эффективность данного процесса.

Объединяют онтологии с целью выявления соответствия предметных областей друг другу. Интеграцию, слияние производят посредством инструментальных средств онтологического инжиниринга. Но какие средства лучше справляются с поиском соответствий и выявлением ошибок?

На сегодняшний день известно множество методов оценки качества программно-обеспечения, поэтому задача выбора оптимального для оценки качества становится наиболее сложной.

Оценка качества программных систем работающих с онтологиями, позволяет оценить эффективность их использования, что является достаточно актуальной проблемой современного онтологического инжиниринга и интеграции.

Для оценки качества в исследовании выступали конфигурации, разработанные на основе платформы 1С: Предприятие 8, для использования в стенах института: ИС учета лицензионного программного обеспечения института, ИС материально-технического обеспечения института.

Таким образом, цель научной работы заключается в оценке качества программных систем при связывании объектных спецификаций по семантике онтологического уровня.

Для решения поставленной цели было необходимо решить следующие частные задачи:

- проанализировать данные о системах процесса интеграции онтологий;
- предложить методику оценки программных средств;
- сформировать набор номенклатуры показателей качества оцениваемых программных систем;
- провести эксперимент и анализ полученных результатов.

#### *Инструментальные средства*

На сегодняшний день накопилось много онтологий из разных сфер деятельности. Но, когда возникает вопрос их совместного использования, образуется задача, как объединить не соответствующие друг другу из разных направлений онтологии?

На помощь приходят инструменты объединения.

К таким инструментам относят инструменты отображения, выравнивания и объединения онтологий.

Отображение (mapping) – находит смысловые связи между подобными элементами из различных онтологий [1].

Выравнивание (alignment) – данный вид инструмента устанавливает вид соответствий (или связей) между предлагаемыми онтологиями, в последующем сохраняет используемые онтологии, а в будущем используют информацию друг друга [1].

Объединение (merging) – создает одну онтологию из двух исходных [1].

В работах [2, 3] отмечается, что «только на основе отображения онтологий решается задача интеграции онтологий», т.е. задача создания новой онтологии и ее частей из двух или нескольких исходных онтологий.

Таким образом, в контексте данной работы основным инструментом объединения стало отображение.

Инструментальными средствами, которые имеют дело с нахождением связей между онтологиями, являются PROMPT, Chimaera, OntoMerge, OntoMorph, OBSERVER, FCA-Merge, ONION.

Проведя проверку работоспособности предложенных средств и средств, описанных в работе [4, 5], выявляется тенденция устаревания, ввиду прекращения работ по поддержке Web-ресурса, обновлению баз онтологий, отключения сайта из-за неуплаты хостинга. Ресурсы, представленные в [4, 5], являются узкоспециализированными и не подходящими для проведения работ в данном исследовании.

Из всего предложенного списка действующими инструментами являются: Chimaera, OntoMerge и PROMPT.

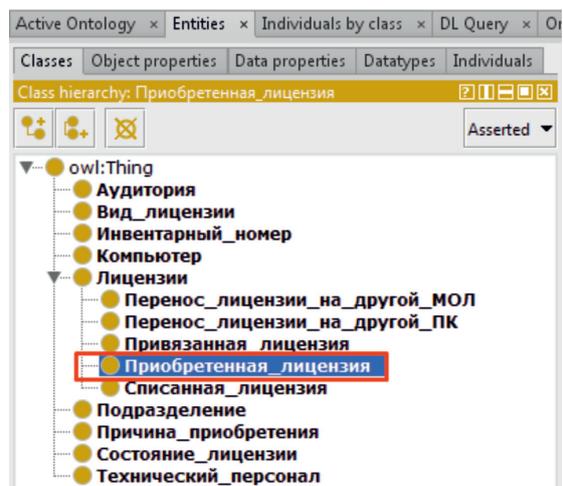
Данные инструменты будут представлены к оценке экспертам.

На рисунке представлен фрагмент онтологии ИС учета лицензионного программного обеспечения института, разработанный в Protege, который в последующем будет использован для интеграции.

#### *Методология*

Существует много методов оценки качества, но известными стали три.

Метод, применяющий за базу «золотой стандарт», методы ручного-экспертного оценивания (где одним из популярных и применяемых такими корпорациями, как «Toyota», «General Motors», «Apple» и др., является «метод анализа иерархий»), метод косвенной оценки с использованием других приложений [6].



*Онтология ИС учета лицензионного программного обеспечения института в PROMPT*

Первый метод основан на разработке идеального прототипа онтологии по документам и данным организации, в последующем из которого удаляют части концептов, экземпляры, связи и запускают процессы конструирования онтологии. По завершению итоговую онтологию сравнивают с золотым стандартом. Данный метод применяется, но имеет коллизии субъективности и полноты онтологий, что может понизить оценку программы интегрирования.

Экспертное оценивание онтологий осуществляется путем применения списка критериев, к примеру: объемность онтологии, согласованность данных, полнота, точность структурирования и много других.

Применяя данный способ, с большим количеством участников-экспертов и точно сформулировав критерии, в большинстве случаев удастся избежать вышеупомянутых проблем.

Одним из видов экспертного оценивания является метод анализа иерархий.

Метод Анализа Иерархий (далее по тексту МАИ) – математический инструмент системного подхода к решению проблем принятия решений. Суть МАИ – не наталкивать человека или программу, принимающие решение, на какой-то «правильный» путь, выбор, а дать ему возможность, общаясь путем диалога, сделать тот выбор, который лучше всего подходил бы под его восприятие сущности задачи и проблемы, и способам ее решения.

К важному достоинству данного метода причисляют его универсальность, так как он применяется в любых задачах, например: предугадывание сценария развития событий, планирование расхода ресурсов, оценивание клиентов и персонала, решение кадровых проблем и др.

Косвенный метод оценки использует сторонние приложения, перенося задачи оценки в ранее исследованные области, например систему поиска в интернете. Судить о качестве онтологии можно, используя построенную онтологию, путем оценивания полноты и точности поиска. Применяя данный метод, не требуется каких-либо затрат, но нужно знать, точность оценки минимальна, из-за влияния большого количества обстоятельств. Поэтому оценивать онтологии таким методом не рекомендуется.

Из представленного описания методов оценки качества программ связывающих онтологии, видны недостатки в двух методах, поэтому для оценивания программ связывания онтологий был выбран метод экспертного оценивания.

#### *Критерии оценивания*

Интеграция данных может обеспечиваться на физическом, логическом и семантическом уровне.

Первые два уровня за последнее время достаточно проработаны, в отличие от семантического уровня. Он позволяет рассмотреть семантические свойства онтологии предметной области и создать единую систему представления данных.

Но при использовании данного подхода возникает проблема разности онтологий и источников данных.

Данные противоречия рождают проблемы, препятствующие интеграции.

К таким проблемам относят конфликты, выражающиеся в гетерогенности метаданных и данных.

Конфликты, возникающие в гетерогенных системах, выражаются в несоответствии понятий, используемых в одной и другой БД, и представляются в виде конфликтов наименований, семантики и структур [7].

К ним относят: конфликт атрибут – атрибут; конфликт атрибут – сущность; конфликт сущность – связь и т.д.

В исследовании для определения качества программных систем выбраны наиболее часто встречающиеся конфликты при связывании онтологий: омонимии, синонимии, атрибут – атрибут, атрибут – сущность, сущность – связь, конфликт типов и масок данных.

Данные критерии стали основными в анкете экспертов.

#### *Оценка*

В качестве способа оценки пакетов был выбран метод экспертного оценивания [8].

Основной задачей для группы экспертов состоящей из 8 человек, было проведение интеграции разработанных онтологий в представленных пакетах и их оценка по критериям, в качестве которых выступали конфликты, т.е. оценка того, на сколько программа справляется с выявлением и устранением конфликтов.

Подбор экспертов осуществлялся по методу Шара (суть данного метода заключается в привлечении одного эксперта, который в последующем приведет за собой таких же экспертов, как он).

Для проведения оценки был подготовлен зал с рабочими местами для экспертов. Зал разделен на восемь ячеек, перегороденных между собой.

Таким образом, каждый эксперт не мог видеть эксперта по соседству, что сократило давление авторитетных экспертов.

Для определения весовых значений критериев, перед оценкой, экспертам были представлены выбранные критерии для установки весовых значений.

В результате установки значений каждым экспертом должно получиться среднее

значение. Расчет средних значений был проведен по формуле

$$Kf = \frac{\sum_{i=1}^n Ex_i}{8}, \quad (1)$$

где  $Ex_i$  – коэффициент, представленный экспертом;  
 $n$  – номер эксперта.

Таким образом, представленные на обозрение критерии были оценены экспертами и представлены в табл. 1.

В ходе исследования перед проведением процедуры было принято, что анкетирование будет анонимным с целью получения большего количества правдивых ответов.

Значения шкалы для оценки выбраны в диапазоне от 1 до 10.

При оценке эксперты руководствовались следующим правилом:

- «плохо» от 1 до 4;
- «хорошо» от 5 до 8;
- «отлично» от 9 до 10.

**Таблица 1**

Результаты оценки критериев экспертами

Конфликт (критерий)	Коэффициент
Омонимия	0,129
Синонимия	0,253
Атрибут – атрибут	0,071
Атрибут – сущность	0,097
Сущность – связь	0,152
Конфликт типов и масок данных	0,298

После оценивания суммарные значения критериев рассчитывались по формуле

$$SKE = \frac{Kr_1 + \dots + Kr_n}{n} \times Kf, \quad (2)$$

где  $Kr$  – критерий,  
 $Kf$  – коэффициент,  
 $n$  – количество экспертов.

Результаты расчётов представлены в табл. 2.

**Таблица 2**

Суммарные значения критериев

Критерий	Chimaera	OntoMerge	PROMPT
Омонимия	0,61275	0,774	0,93525
Синонимия	1,32825	1,423125	1,771
Атрибут – атрибут	0,417125	0,37275	0,58575
Атрибут – сущность	0,55775	0,424375	0,65475
Сущность – связь	0,798	0,703	0,931
Конфликт типов и масок данных	1,5645	1,788	1,82525
Итого:	5,278	5,485	6,703

После подсчетов в итоге, по оценке экспертов, инструментальным средством для интеграции онтологий, которое справилось лучше других с конфликтами, стал плагин Protege – PROMPT.

Важным выводом стало то, что существует прямая зависимость того, как будут связаны слоты каждого класса связываемых онтологий от качества и специализированности используемых пакетов для интеграции.

Данное исследование показывает, комбинации каких методов и инструментальных средств позволяют достичь сокращения большой итеративности, сроков и повышения качества объединяемых онтологий при интеграции систем с разнородными данными, различными степенями качества разработки.

### Заключение

Таким образом, проделанная работа показывает, что процесс интеграции информационных систем в достаточной мере может занижать качество программного продукта. Это показывает целый ряд выявленных конфликтов при сопоставлении данных, которые влияют на показатели устойчивости функционирования и работоспособности программных систем. Доказано, что на уровне сопоставления онтологических моделей возрастает качество программных систем.

### Список литературы

1. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: курс лекций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/expert/ontoth> (дата обращения: 23.03.2018).
2. Бубарева О.А. Модель, алгоритмы и программное обеспечение интеграции данных информационных систем на основе онтологий (на примере вуза): дис. ... канд. тех. наук. – Бийск, 2014. – 137 с.
3. Бубарева О.А. Интеграция неоднородных онтологий на основе их семантической близости // Информация и образование: границы коммуникаций. – 2012. – Т. 4(12). – С. 456–457.
4. Боргест Н.М. Онтология проектирования: учеб. пособие / Н.М. Боргест. – Самара: СГАУ, 2010. – 91 с.
5. Боргест Н.М., Симонова Е.В., Шустова Д.В. Решение проектных задач с помощью онтологических систем: метод. указания к лаб. раб. – Самара: СГАУ, 2010. – 128 с.
6. Морозова О.А. Интеграция корпоративных информационных систем: М80 учебное пособие / О.А. Морозова. – М.: Финансовый университет, 2014. – 140 с.
7. Липаев В. Оценка качества программных средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=3987> (дата обращения: 23.04.2018).
8. Процедура Саати [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/АНР.html](http://www.gorskiy.ru/Articles/Dmss/АНР.html) (дата обращения: 05.03.2018).