

КОММЮНИКЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО САММИТА 2013:

ОЦЕНКА ОНТОЛОГИЙ В ТЕЧЕНИЕ ВСЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА¹

Главные редакторы: Фабиан Неухаус и Аманда Вайздом.

Ко-редакторы: Кен Баклавски, Майк Беннет, Майк Дин, Майкл Денни, Майкл Грюнингер, Али Хашеми, Терри Лонгстред, Лео Обрст, Стив Рей, Рэм Срирам, Тод Шнайдер, Марселла Вегетти, Мэтью Вест, Питер Юм.

Резюме

Проблема. В настоящий момент не существует общего мнения касательно методологии проектирования онтологий, и нет согласия относительно методов оценки онтологий, соответственно инструменты и способы оценки онтологий не слишком широко используются при создании и развитии онтологий, что может привести к появлению онтологий низкого качества и является препятствием к успешному внедрению онтологий как технологий.

Подход. Целью онтологического саммита 2013 было создание рекомендаций по оценке онтологий для разработчиков и конечных пользователей. В течение 4 месяцев участниками саммита (специалистами-онтологами, программными и системными инженерами) было рассмотрено множество подходов к оценке онтологий. Мы оценили применимость лучших известных практик из программной и системной инженерии к онтологическим системам.

Результаты. Документ сфокусирован на оценки пяти показателей качества онтологий: понятность (*intelligibility*), точность (*fidelity*), техническое совершенство (*craftsmanship*), адекватность (*fitness*) и встроенность (*deployability*). Представлена модель жизненного цикла (ЖЦ) онтологий, выделены критерии оценки в контексте этапов ЖЦ. Обсуждается доступность инструментов. Документ завершается замечаниями и рекомендациями.

Учитывая возраст онтологического проектирования как инженерной дисциплины, любые выводы о том, как нужно строить и оценивать онтологии можно считать предварительными, однако результаты, полученные в ходе саммита, получили высокую оценку от специалистов вовлеченных предметных областей.

Рекомендации. Для обеспечения успеха при разработке, внедрении и использовании онтологий, их оценка должна проводиться на протяжении всего ЖЦ. Оценка онтологий должна проводиться по заранее определенным критериям, зависящим от назначения онтологии и от её операционной среды. Для достижения данной цели мы рекомендуем создание онтологий и средств их поддержки, позволяющих отслеживать показатели качества онтологий на всех этапах ЖЦ.

1. Цель документа

Целью этого документа является принятие практик оценки онтологий в качестве стандартной процедуры при создании и развитии онтологий. Мы сконцентрировали свое внимание на вопросах выработке требований к использованию онтологий, жизненном цикле онтологий, оценки онтологий и качестве результатов такой оценки.

Коммюнике - результат четырехмесячной работы участников онтологического саммита 2013, которые в течение этого времени готовили материалы, предлагали ресурсы, обсуждали вопросы и материалы, каждую неделю собираясь на виртуальной конференции. Темой данного саммита была «Оценка онтологий на протяжении всего ЖЦ». Этот документ представляет собой синтез идей, которые были представлены и разработаны в течение этих четырех месяцев, а также отражает вклады участников и консенсус самого саммита.

Целевой аудиторией для этого документа является, в первую очередь, все, кто в данный момент занимается созданием или использованием онтологий, или те, кто только собираются этим заняться. Мы считаем, что использование представленных в документе практик позволит в значительной степени повысить эффективность создания и использования онтологий. Таким образом, нашей первичной целевой аудиторией являются разработчики онтологий. Вторичной целевой аудиторией этого документа является сообщество программных, системных инженеров и специалистов по качеству. Успех внедрения онтологий зависит не в последнюю очередь от возможности отслеживать их эффективность с принятием соответствующих мер при необходимости с применением инженерных практик.

¹ Ontology Summit 2013 Communiqué. Towards Ontology Evaluation across the Life Cycle. Current Version is: v1.0.4 - 2013.05.31 http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2013_Communique.

В числе подписантов Коммюнике член редколлегии журнала Боргест Н.М. Пер. с англ. выполнен Коровиным М.Д. и Одинцовой С.А.

2. Введение

Онтологии – это воспринимаемые человеком машинно-интерпретируемые представления о некоторой части определенной предметной области. Так как онтология содержит в себе понятия и их определения, она позволяет обеспечивать единство терминологии на предприятии или в организации. Поэтому онтология может использоваться как своего рода глоссарий. В силу того, что онтологии отражают ключевые концепты и их связи в машинно-интерпретируемой форме, онтологии близки к моделям предметных областей в системном и программном инжиниринге. И так как онтологии могут быть наполнены информацией или ссылками на неё для создания баз знаний, с операционной точки зрения онтологии напоминают базы данных.

Эта гибкость онтологий является главным преимуществом онтологических технологий. Однако такого рода гибкость затрудняет их оценку. Оценка онтологий включает в себя сбор информации об определенных её параметрах, проверку соответствия этой информации некоторым требованиям и оценку пригодности онтологии для конкретной задачи. Некоторые свойства онтологий не связаны с конкретной задачей, другие требуют оценки отношений между онтологией и её предметной областью, окружением или особыми вариантами её использования и могут оцениваться исключительно в контексте сценария использования. Разнообразие потенциальных вариантов использования онтологий не позволяет создать универсальный набор критериев оценки. Поэтому не существует одного метода оценки, применимого ко всем онтологиям.

Несмотря на это, мы можем выделить некоторые методы оценки, необходимые для большинства онтологий. Оценка качества онтологии предполагает её оценку в качестве модели предметной области пригодной для понимания человеком, модели для машинной обработки и онтологии, как части сложной программной системы. В данном документе мы рассматриваем 5 главных характеристик²:

1. Пригодна ли онтология к пониманию её человеком (*понятность*)?
2. Насколько точно онтология представляет предметную область (*точность*)?
3. Насколько хорошо построена онтология, и в какой мере соблюдены оригинальные организационные решения (*техническое совершенство*)?
4. Подходит ли онтологическая модель под решаемую задачу? (*адекватность*)
5. Отвечает ли онтология требованиям системы, частью которой является? (*встроенность*)

Для обеспечения разборчивости недостаточно того, чтобы онтология была читаема специалистами-онтологами. Все целевые пользователи системы должны быть в состоянии интерпретировать её содержимое (сущности, классы, отношения и т.д.), важное для их деятельности. Понятность не предполагает прямого распознавания онтологии пользователями, однако документация на нее должна быть понятна всей целевой аудитории. Для этого может потребоваться наличие множественных определений для одного понятия (например, на разных языках). Понятность особенно важна для онтологий, используемых в качестве *управляемого словаря*, однако и для онтологий, применяющихся в качестве внутренней структуры программных систем, также желательно обеспечение понятности, так как поддержка онтологий осуществляется людьми, не всегда причастными к её созданию.

Точность отражает корректность описания предметной области как в аксиомах, так и в документации к онтологии. Техническое совершенство отвечает за аккуратность исполнения онтологии от наличия синтаксических ошибок до вопросов правильности реализации философского базиса онтологии.

Требования к адекватности и встроенности онтологии зависят от сценария её использования. Адекватность описывает онтологию как модель знаний, встроенность – как программный продукт³.

Так как встроенность и качество зависят от сценария использования, оценка онтологий должна производиться с учетом того, как требования к онтологии зависят от требований к системе, частью которой она является. Более того, несмотря на то, что под оценкой онтологий может пониматься оценка конечного продукта, мы рассматриваем её как непрерывный процесс в течение всего ЖЦ.

3. Модель жизненного цикла онтологий

ЖЦ любой онтологии состоит из ряда процессов, в ходе которых онтология зарождается, специфицируется, адаптируется, развертывается, используется и поддерживается. Происходят эти процессы параллельно или последовательно, однажды за ЖЦ или повторяются несколько раз, частично зависит от того, как выполнялось создание онтологии. Более того, как было отмечено выше, онтологии создаются для разных задач, поэтому отдельные стадии ЖЦ могут отсутствовать для одних онтологий и присутствовать для других. Данный факт не позволяет создать единую общую модель ЖЦ онтологии с четко обозначенной последовательностью этапов

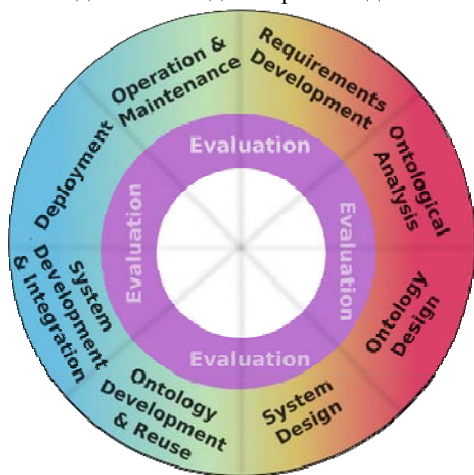
² Существуют разные подходы к аспектам кластеризации, которые необходимо оценить. Например, в критерии OQuaRE характеристики разбиваются на подхарактеристики, которые связаны с метриками. Чтобы узнать больше о OQuaRE и других подходах обратитесь к коллекции ссылок по адресу <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/PMKFZPDA..>

³ Точность, техническое совершенство и адекватность более подробно обсуждаются ниже, в разделе разработки онтологий.

ЖЦ. ЖЦ конкретных онтологий являются упрощенными частными случаями, зависящими от специфики создания конкретной онтологии.

Рассмотрение упрощенного ЖЦ позволяет выделять стадии, общие для всех онтологий. Идентификация фаз ЖЦ онтологии позволяет кластеризировать действия вокруг целей, входов и выходов узнаваемого типа. Более того, модель ЖЦ наглядно демонстрирует зависимость одних стадий ЖЦ от других, например, качество онтологии напрямую зависит от того, насколько грамотно были сформулированы требования к ней. Зависимости между стадиями инвариантны для всех онтологий, несмотря на их различия между собой.

На рисунке представлена модель ЖЦ онтологии. Как правило, онтология в процессе своего ЖЦ проходит через эти стадии более одного раза. В дальнейшем мы остановимся на всех стадиях более подробно.



Как показано на рисунке, оценка онтологий производится на всех стадиях ЖЦ, с разным фокусом, интенсивностью и способами, зависящими от конкретной стадии ЖЦ. Оценка на каждой стадии позволяет понять, насколько онтология удовлетворяет требованиям следующей стадии.

Данная модель справедлива вне зависимости от того, используется ли онтология преимущественно компьютерной системой или нет, так как такие системы являются информационными в широком смысле: системами из людей, процессов, аппаратного, программного обеспечения и данных, которые обрабатывают информацию и принимают решения⁴. Для примера рассмотрим систему, используемую людьми для администрирования документов. В этом случае информационная система будет состоять из онтологии, администраторов и инструментов, как для программного комплекса, так и для людей. Функционал всей системы будет страдать в случае, если она будет выдавать информацию в виде, непригодном для отображения в браузере компьютера.

Другим примером может являться двусмысленность определений, не позволяющая разным пользователям использовать общую терминологию в процессе работы. Таким образом, онтология должна оцениваться как на встраиваемость, так и на понятность.

4. Этап формулирования требований

Задачей данного этапа является формирование понимания, контекста, цели и начальных требований. Адекватный выбор целей критическим образом влияет на успех создания и применения онтологии. Большинство действий по оценке зависят от результатов этой фазы.

Во время этапа выбора требований рассматриваются и оцениваются все возможные сценарии применения будущей онтологии и, на основе оценки, формулируются начальные требования. Как правило, сценарий использования понятен из задач онтологии (её бизнес перспектив⁵). На начальном этапе требования могут быть представлены фрагментарно и касаться только отдельных задач. Во многих случаях только некоторые аспекты использования будут решены, и этап формулировки требования может включать сбор информации о других аспектах, которые являются существенными для онтологического анализа и проектирования.⁶

Хорошим способом формулирования требований является метод использования вопросов проверки компетенции: опросов, на которые должна отвечать онтология⁷. Эти вопросы формулируются на естественном языке, обычно в качестве запросов, которые должна поддерживать онтология в выбранных сценариях использования. Результатом фазы формирования требований является документ, который должен отвечать на следующие вопросы:

- Зачем нужна эта онтология? (причина появления, ожидаемая польза)
- Каковы предполагаемые сценарии использования?
- Какие группы пользователей должны быть в состоянии понимать определенные части онтологии?
- Каков масштаб онтологии?
- Есть ли существующие онтологии и стандарты, пригодные для использования?
- Каковы вопросы компетенции?
- Отражают ли вопросы компетенции все сценарии использования онтологии?

⁴ Для лучшего понимания обратитесь к <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/HU2MCEG4>.

⁵ Слово «бизнес» понимается в широком смысле, включая задачи организации или человека, требующие для решения онтологию, при этом не важно являются ли эти задачи коммерческими, государственными, образовательными или какими-либо другими.

⁶ Для того чтобы узнать больше о анализе использования онтологий обратитесь к <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/HJ6MK7W3>.

⁷ Для большего количества вопросов компетенции см. <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/7B5TCZCZ>.

- Каковы требования рабочей среды?
- Какие ресурсы стоит принять во внимание при создании онтологии? (Например, имеющиеся базы данных, модели данных, глоссарии, словари, схемы, таксономии, онтологии, стандарты, доступ к экспертам предметной области)

5. Этап онтологического анализа

Задачей фазы онтологического анализа является выделение ключевых сущностей онтологии (индивидов, классов и отношений между ними), а так же отождествление их с терминологией выбранной предметной области. Как правило, этот процесс включает в себя устранение двусмысленности, вызванной различной терминологией для одних и тех же сущностей в разных источниках и сообществах.

Результаты этой работы, как правило, представляются в неформальном виде, пригодном для восприятия как для онтологов, так и для экспертов в предметной области. Специалисты применяют свои знания важных онтологических определений и связей для выделения тех предложений, которые содержат информацию, важную при создании онтологии⁸. Результат онтологического анализа также может представляться в виде диаграмм (карт концептов, диаграмм UML, деревьев концептов, рисунков). Результат онтологического анализа должен определять следующую информацию:

- Важные сущности в пределах предполагаемой предметной области.
- Важные характеристики сущностей, включая отношения между ними, неоднозначность описаний и свойства, важные для предметной области в рамках выбранного сценария использования.
- Терминология, используемая для обозначения этих сущностей и предоставления достаточного количества контекстуальной информации для устранения неоднозначности многозначных терминов.

Результат анализа дает исходную информацию для проектирования и создания онтологии. Дополнительно, эти результаты предоставляют детали, при помощи которых нечеткие требования к этапу проектирования и создания могут быть сформулированы в точные, пригодные для оценки требования.

Оценка результатов этапа онтологического анализа

Результаты этапа онтологического анализа должны быть оценены в соответствии со следующими критериями:

- Задokumentированы ли все важные термины предметной области?
- Выделены ли все сущности, важные в масштабе онтологии?
- Согласны ли эксперты в предметной области с результатами онтологического анализа?
- Является ли документация однозначно интерпретируемой в степени, достаточной для согласованного использования терминологии?

6. Этап проектирования онтологии

На стадии проектирования⁹ разрабатывается проект онтологии на основании результатов этапов формирования требований и онтологического анализа. В частности, выбираются языки построения онтологии и язык запросов (они могут быть одинаковыми). Далее проектируется структура онтологии. Структура определяет разбиение онтологии на модули и то, как эти модули будут взаимодействовать между собой. Имеющиеся онтологии могут быть использованы в структуре в качестве модулей новой онтологии. Поведение модулей может быть описано по ответам на вопросы компетенции. Эти вопросы, специфичные для конкретных модулей, как правило, получают из вопросов для целой онтологии.

Этап проектирования включает определение принципов организации онтологии и выделение классов верхнего уровня. Классы верхнего уровня – классы высшего уровня иерархии. (В случае с OWL, эти классы - прямые наследники owl:thing.) Эти классы определяют основные онтологические категории онтологии. Принципы организации и классы верхнего уровня вместе определяют, какие базовые аспекты реальности (например, изменение со временем) отражает онтология, и как она это делает. Принципы организации могут ограничивать описательные возможности онтологии (например, разрешать только один дочерний концепт).

Одним из способов выбора принципов организации является использование онтологии верхнего уровня. Онтологии верхнего уровня или базовые онтологии (например, DOLCE, BFO, SUMO), это пригодные к повторному использованию онтологии разной степени сложности, которые определяют базовые онтологические категории,

⁸ Пример такого неформального вывода (курсивом выделены сущности):

- Каждый *отчет о покупке* также является *отчетом о статусе заказа*
- Каждый *заказ* имеет свой *метод доставки*.
- Выбор *метода доставки* для отдельного заказа осуществляется *логистической программой* после того как заказ упакован.
- Каждый *заказ* имеет *скорость доставки*. *Скорость доставки* может быть *стандартной*, *двухдневной* и *за ночь*.
- *Скорость доставки* конкретного заказа выбирает *покупатель*, когда создает заказ.
- Для обозначения *заказа* в логистической базе данных используется термин *продажа*.

⁹ Здесь не делается различий между проектом и архитектурой. Следует считать что этап проектирования включает и то и другое..

отношения между ними и некоторые методические решения о том, как представлять реальность. Другие подходы, такие как OntoClean, полагаются на систематическое представление логических и философских свойств классов и отношений. Существуют попытки (например, NeOn¹⁰) алгоритмизации конструкторских решений в форме схем с целью их дальнейшего распространения¹¹.

Результаты некоторых проектных решений этого этапа приводят к появлению дополнительных требований к онтологии. Некоторые из этих требований касаются исключительно внутренних параметров онтологии (например, единственность класса-наследника или разделение между жесткими, анти-жесткими и нежесткими классами). Многие из этих требований могут быть поняты и оценены при помощи технического, онтологического понимания, без необходимости использования специфической информации для предметной области или задачи.

Отметим, что требования к выразительности и производительности онтологии могут вступать в конфликт. Данное противоречие можно разрешить путем создания отдельных справочных и операционных онтологий. Справочная онтология описывает предметную область во всей полноте, необходимой для решения задачи. Операционная онтология создается на её основе с возможным введением некоторых упрощений с целью увеличения производительности. Эти два типа онтологий будут описаны позже в разделе развития и повторного использования онтологий.

Оценка результатов фазы проектирования онтологий:

- Достаточны ли описательные возможности языка онтологии для удовлетворения требований к построению онтологии?
- Достаточно ли выразителен язык запросов для формализации вопросов компетентности?
- Поддерживает ли выбранный язык все необходимые возможности онтологии (например, если онтология оперирует вероятностями, язык должен описывать вероятностную информацию)?
- Является ли каждый добавленный в онтологию класс или концепт подклассом или экземпляром класса верхнего уровня?
- Определены ли правила именования концептов и соблюдаются ли они?
- Требуется ли проект создания нескольких отдельных онтологических модулей? Если да, то описывают ли модули в совокупности потребную предметную область.
- Описано ли в проекте и будут ли повторно использоваться созданные онтологии и как?
- Все ли модули онтологии имеют определенные (неформально) вопросы компетенции?
- Определено ли для каждого модуля, какие типы сущностей в нем представлены?
- Определено ли для каждого модуля, как он будет оцениваться и кто за это будет отвечать?
- Позволяет ли спроектированная онтология избежать добавления возможностей или содержимого, не относящегося к удовлетворению требований к онтологии?

7. Этап проектирования информационной системы на базе онтологии

Проектирование информационных систем – это сложившийся род деятельности, и нет необходимости «изобретать велосипед» в данной области. Однако стоит подчеркнуть взаимозависимость между организацией онтологии и организацией информационной системы, частью которой является онтология. На стадии системного проектирования принимаются решения, влияющие на внедряемость онтологии в сложную информационную систему. Эта взаимозависимость часто недооценивается, что приводит к проблемам взаимодействия онтологии с информационной системой, что увеличивает риск возникновения проблем использования онтологии и системы в целом.

Результат фазы системного проектирования должен отвечать на следующие вопросы:

- Какие операции будут выполняться с использованием онтологий? Какие компоненты будут выполнять эти операции? Как бизнес-требования, разработанные на стадии определения требований, применимы к этим специфическим операциям и компонентам?
- Будут ли и, если будут, то какие изменения и добавления в онтологии после развертывания системы?
- Какие интерфейсы (машинные или машинно-человеческие) будут задействованы во внесении добавлений? Как будут тестироваться эти интерфейсы относительно измененной онтологии? Каким требованиям нужно будет им отвечать?
- Какие источники данных будут использоваться совместно с онтологией? Через какие интерфейсы будет происходить обмен информацией?
- Как будет создаваться, оцениваться и поддерживаться онтология? Какие для этого необходимы инструменты?

¹⁰ http://www.neon-project.org/deliverables/WP5/NeOn_2009_D542.pdf (ссылка добавлена редакцией журнала).

¹¹ Для обращения к коллекции ссылок на тему «Существующие методологии и онтологии верхнего уровня» обратитесь к <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/FVM3J9FJ>.

- Если онтология будет иметь модульную структуру и/или создаваться распределенными разработчиками, как это будет поддерживаться?

Оценка проектирования информационной системы

Большая часть требований к системе основывается на принципах организации системы и методологии в целом, таким образом, находясь за пределами задач данного документа. Мы хотим указать на недооцененную важность явной оценки онтологии как части информационной системы и оценки структуры системы в целом с учетом следующего факта:

- Может ли система ответить на вопросы, перечисленные ранее?

8. Этап разработки онтологии

Этап разработки онтологии состоит из четырех главных действий: неформального моделирования, формализации вопросов компетенции, формального моделирования и операционной адаптации (каждое действие описано ниже). Эти действия обычно повторяются в цикле для отдельных модулей и для онтологии в целом. На практике они часто выполняются без четких границ между ними. Тем не менее, важно понимать их концептуальные различия, так как они имеют разные предпосылки, по-разному оцениваются и ведут к разным результатам, которые, в свою очередь, оцениваются разными методами.

Этап разработки онтологий относится как к созданию новых онтологий, так и к их повторному использованию, несмотря на различия между этими задачами. Мы не считаем создание и повторное использование онтологий принципиально разными по следующим причинам: успешная разработка новой онтологии или выбор подходящей существующей, возможны только в той степени, в которой онтология отвечает требованиям задачи. Таким образом, создается ли онтология с нуля, берется ли существующая или используется ли комбинация из двух предыдущих, полученные результаты зависят от грамотной оценки требований к онтологии. Более того, в случае если мы рассматриваем процесс внедрения онтологии в сложную информационную систему, совершенно не важно, новая ли она, оценивать её будут по одним и тем же критериям. Таким образом, с более общей точки зрения, новые и старые онтологии попадают в один этап ЖЦ онтологии.

8.1. Информационное моделирование

В процессе информационного моделирования происходит доработка результатов онтологического анализа. Для каждого модуля происходит увязка терминологии с основными онтологическими концептами. Важные качества сущностей могут документироваться (например, транзитивность отношения или категоризация между двумя классами). Результаты обычно записываются в неформальном виде (схемы концептов, диаграммы UML, текст на естественном языке).

Оценка неформальных результатов моделирования

- Все критерии оценки из предыдущего раздела, плюс следующее:
- Находятся ли в модели исключительно сущности выбранной предметной области?
- Хорошо ли определены все концепты (например, не ссылаются ли сами на себя)?
- Хорошо ли задокументирована интерпретация неопределенных экземпляров, классов и отношений?
- Пригодна ли документация для понимания её экспертами предметной области?

8.2. Формализация вопросов компетенции

Сценарии и вопросы компетенции формализуются на основе результатов неформального моделирования.

Оценка формальной компетенции

- Охватывают ли вопросы компетенции все сценарии использования?
- Отражает ли формализованный вопрос цель вопроса изначального (по существу)?

8.3. Формальное моделирование

В процессе формального моделирования содержимое информационной модели записывается на каком-либо онтологическом языке (например, Common Logic, OWL 2DL), а затем конкретизируется аксиомами. Готовая справочная онтология адекватно отражает предметную область (*точность*), отвечает проектным решениям, принятым в фазе разработки онтологии (*техническое совершенство*) и предполагается, что отвечает требованиям представления предметной области (*адекватность*). Это достигается либо созданием нового онтологического модуля с нуля, либо повторным использованием существующей онтологии, измененной в случае возникновения такой необходимости.

Оценка результатов формального моделирования

Онтология, созданная или выбранная для повторного использования, оценивается по трем критериям: адекватность отражения предметной области (*точность*); качество выполнения онтологии и то, насколько она отвечает требованиям, сформулированным в фазе онтологического проектирования (*техническое совершенство*); а также то, насколько представление онтологии отвечает требованиям к её использованию (*адекватность*).

Оценка точности

Точность отображения предметной области оценивается в ответах на три вопроса:

- Корректно ли элементы описания (определения, примеры, объяснения) онтологии отражают онтологические элементы (классы, свойства, аксиомы)?
- Истинны ли все аксиомы в онтологии с учетом уровня детализации и системы отсчета?
- Согласуется ли описание онтологии с аксиомами?

В силу того, что оценка точности зависит от понимания предметной области, оценка требует проверку содержания онтологии экспертами предметной области¹². Существуют, однако, автоматизированные техники оценки точности. Например, можно оценивать логическую целостность онтологии, проверять автоматически созданные модели на соответствие требованиям к представлению предметной области¹³ или сравнивать внутреннюю структуру онтологии с другими онтологиями или с другой версией той же онтологии, которые имеют похожую задачу.

Оценка технического совершенства

В любой инженерной дисциплине техническое совершенство связано с двумя отдельными, но пересекающимися аспектами:

- Построен ли продукт с применением лучших практик в области?
- Соблюдены ли решения, принятые на стадии проектирования?

Как правило, решения на стадии проектирования нацелены на создание продукта максимального качества, так что второй аспект в некоторой степени определяет первый. В силу того, что проектирование онтологий – это молодая отрасль, существует слишком мало универсально принятых критериев оценки онтологий (таких как синтаксическая связанность, документированность и логическая целостность). Таким образом, техническое совершенство должна оцениваться в свете проектных и методологических решений стадии онтологического проектирования.

Один из подходов к оценке технического совершенства состоит в оценке аксиом на соответствие онтологии верхнего уровня или онтологическим мета-свойствам (точность, единство и т.д.). Инструменты для оценки технического совершенства, как правило, оценивают внутреннюю структуру онтологии. Эти техники оценки опираются на математические и логические свойства онтологии, такие как логическая связанность, проблемы теоретико-модельной интерпретации и т.д. Структурные метрики включают в себя коэффициент разветвления, плотность, средние значения и т.п.¹⁴

Оценка адекватности

Формализованные вопросы компетентности и сценарии являются одним из способов проверки адекватности. Успешные ответы на вопросы компетентности доказывают соответствие онтологии требованиям, происходящим от задач онтологии отвечать на запросы. Это не совсем адекватность, но, в зависимости от сценария использования, может быть большой её частью.

Адекватность также можно оценить путем проведения тестов, использующих онтологию в качестве испытательной площадки. Например, если от онтологии требуется автоматическое индексирование текстов, испытания адекватности могут включать аппроксимацию анализа документа и индексирующей системы. Существует множество методов оценки результата, например, сравнение с некоторым эталоном или оценка экспертами. Степень, в которой результаты относятся к онтологии, а не к другим аспектам системы, может быть в определенной степени оценена путем сравнения результатов с использованием той же системы индексации, но для другой онтологии.

8.4. Операционная адаптация

В ходе операционной адаптации справочная онтология адаптируется к операционным задачам для получения операционной онтологии. Главным вопросом является, сможет ли новая онтология обеспечить требуемую производительность. Это может потребовать упрощения онтологии или других оптимизационных процедур (например, реструктурирования). Например, перевод части онтологии с OWL DL на OWL EL для повышения производительности.

В некоторых случаях операционная онтология пишется на другом языке и с другой семантикой, нежели исходная.

Вопрос для оценки:

- Отвечает ли модель операционным требованиям (например, производительности, разрядность, память)?

¹² Информация на тему экспертной оценки онтологий доступна по следующему адресу: <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/6GGPKU3D>.

¹³ Для получения более подробной информации об оценке точности, включая оценку путем симуляции, перейдите к <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/929KF23Z>.

¹⁴ См. http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2013_Intrinsic_Aspects_Of_Ontology_Evaluation_Synthesis и http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2013_Intrinsic_Aspects_Of_Ontology_Evaluation_CommunityInput.

9. Этап развития информационной системы

На этом этапе система реализуется в соответствии с проектом, разработанным на стадии проектирования. Если система требует разработки модулей помимо онтологии, процесс их создания может идти параллельно с процессом развития онтологии. Разумеется, к началу процесса создания онтологии необходимо обеспечить себя инструментарием для разработки и контроля онтологии. Этап развития охватывает интеграцию онтологии и других компонентов в подсистемы и систему в целом по плану, разработанному на этапе проектирования системы.

Этап развития информационной системы отнесен к ЖЦ онтологии по причине того, что, как правило, результат от использования онтологии получается только при её взаимодействии с другими компонентами информационной системы. Таким образом, оценка эффективности онтологии может быть произведена только тогда, когда интеграция завершена и получены результаты¹⁵.

Этап создания и интеграции: вопросы, на которые необходимо найти ответ

Большая часть требований к созданию системы происходит от принципов создания системы и методологий в целом, что выходит за рамки данного документа. Мы хотим еще раз подчеркнуть, что онтология – это часть информационной системы и должна оцениваться соответственно. В частности:

- Успешно ли внедрена онтология?
- Достигнут ли результат, описанный в документации, от внедрения онтологии?

10. Этап развертывания

На этом этапе онтология переходит от развития и интеграции к работе. Развертыванию обычно предшествует несколько циклов доработки, то есть к этому моменту онтология значительно продвинулась в части удовлетворения требований к ней. Несмотря на это, она все равно может подвергаться дополнительным тестам перед внедрением даже после прохождения всех испытаний предыдущих этапов. Оценка на этом этапе может проводиться с привлечением третьей стороны или включать в себя полную имитацию работы системы. Целью таких испытаний является исключение негативного влияния внедрения онтологии на бизнес-процессы. Такие испытания особенно строги в случае, если информационная система находится в интенсивной эксплуатации и онтология внедряется итерационно. Когда все испытания пройдены, онтология вводится в эксплуатацию и становится доступной для использования.

Вопросы на этапе развертывания:

- Отвечает ли онтология всем требованиям фазы создания?
- Оправдывают ли возможности, привносимые онтологией, затраты на её создание?
- Существуют ли риски от внедрения онтологии?
- Использовались ли вопросы компетентности предыдущих этапов для создания регрессионных тестов?
- Были ли проведены регрессионные тесты для оценки возможности снижения операционных показателей от внедрения системы? Если некоторое снижение прогнозируется, будет ли оно компенсировано положительным эффектом от внедрения онтологии?

11. Этап промышленной эксплуатации

Этот этап сфокусирован на поддержании имеющихся функций, а не на добавлении новых. Информационная система может находиться в эксплуатации в момент внедрения онтологии, однако эти два процесса должны четко отделяться друг от друга, так как они имеют разные цели (улучшение против поддержания) и оперируют, как минимум, разными версиями онтологии, если не разными онтологиями и онтологическими модулями. Когда онтология (или ее версия) находится в фазе эксплуатации и технического обслуживания, происходит сбор информации о результатах оперативного использования онтологии. При выявлении проблем или фактов снижения операционных показателей могут проводиться небольшие доработки для устранения возникших проблем. Одновременное выявление новых случаев использования, желаемых улучшений и новых требований, которое может произойти в течение того же периода использования, не следует рассматривать как часть технического обслуживания деятельности; скорее они являются предпосылками для разработки требований к будущей версии, расширению онтологии или созданию нового модуля. В процессе использования онтологии может использоваться один комплект средств для сбора информации обоих сортов (для обслуживания и для перспек-

¹⁵ См. http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2013_Extrinsic_Aspects_Of_Ontology_Evaluation_Synthesis.

тивной разработки и требований развития), но полученная информация принадлежит к различным видам деятельности. Это различие проявляется, например, в различии между «сообщение об ошибке» (или «сообщение о проблеме») и «пожелание» (или «просьба о расширении функционала»), сделанных инструментом отслеживания ошибок. Техническое обслуживание включает выявление и устранение ошибок или проблем функционирования.

Вопросы к этапу промышленной эксплуатации:

Мониторинг онтологии должен быть непрерывным, например, сбор сообщений об ошибках и регулярное (в том числе ночное) автоматическое регрессионное тестирование.

- Все ли регрессивные тесты пройдены успешно? Если нет, то какие меры принимаются?
- Существуют ли проблемы функционирования системы? Если да, то вызваны ли они онтологией или проблемы в другом?
- Если проблема в онтологии, может ли она быть решена без серьезного изменения онтологии?
- Если проблема не может быть устранена без серьезной доработки онтологии, стоит ли продолжать её внедрение?

12. Инструменты оценки онтологии

Есть ключевые аспекты онтологии, которые, возможно, не поддаются контролю или оценке программным обеспечением. Например, необходимость четких, полных и последовательных лексических определений терминов онтологии в настоящее время не поддается эффективному решению с использованием программного обеспечения. Еще одним качеством онтологии, которое трудно оценить с помощью программного обеспечения является точность онтологии.

Еще не созданы инструменты контроля онтологии на протяжении всего её ЖЦ. Существующие инструменты поддержки в разной степени эффективны на различных этапах ЖЦ. Однако в настоящее время появляются новые инструменты оценки онтологий, которые становятся доступными для пользователей¹⁶. Обзор представлен как часть Обзора программного обеспечения «Качество онтологии»¹⁷.

13. Обобщения и рекомендации

1. Наше понимание ЖЦ онтологии, методов создания онтологий и способов их оценки еще достаточно ограничено. Требуются дополнительные исследования. Таким образом, все рекомендации данного документа условны.
2. Не существует единого ЖЦ онтологии с жестко закрепленными этапами. Однако есть повторяющиеся цепочки действий с прогнозируемыми результатами, которые замыкаются друг на друга. Для обеспечения качества онтологий необходима методика оценки этих результатов. Таким образом, оценка качества – это не разовое действие, а процесс, неоднократно повторяющийся в ЖЦ онтологии.
3. Результаты разных этапов ЖЦ онтологии отвечают разным критериям и должны оцениваться соответственно. В частности, неформальные модели, справочные онтологии и операционные онтологии оцениваются по-разному, даже если реализованы на одном языке.
4. Онтологии оцениваются по критериям, которые зависят как от проектных решений, так и сценариев использования онтологии. Таким образом, полноценная оценка онтологии должна включать оценку информационной системы, частью которой является онтология.
5. Существует дефицит инструментов, которые бы позволяли проводить непрерывную оценку онтологий на всех стадиях ЖЦ. Такие инструменты необходимо разработать и внедрить в популярные среды разработки и репозитории.
6. Мы настоятельно рекомендуем разработчикам онтологий использовать в своем рабочем процессе существующие методики и инструменты оценки онтологий в своей работе.

¹⁶ Для более тщательного ознакомления с доступными инструментами обратитесь к <https://www.zotero.org/groups/ontologysummit2013/items/collectionKey/DWNMSJ5S> и http://ontology.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2013_Software_Environments_For_Evaluating_Ontologies_Synthesis.

¹⁷ Например, для обзора и результатов см. http://ontology-02.cim3.net/wiki/Category:OntologySummit2013_Survey.