

КОНЦЕПЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ КАК БАЗЫ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ

*П.С. СЕРЕНКОВ, В.Л. СОЛОМАХО,
В.А. НИФАГИН, А.А. МИНОВА*

Несмотря на быстрые темпы развития и достижения в области современной стандартизации в последнее время все более актуальной проблемой становится снижение ее результативности.

Традиционная инфраструктура стандартизации (представление результатов стандартизации в виде отдельных нормативных документов) сама по себе уже не может обеспечить того уровня чувствительности и анализа, который необходим для нормирования современных объектов стандартизации — сложных комплексных систем.

Усиливающаяся динамика отставания в конечном счете приведет к созданию препятствий эффективному выполнению стандартизацией своей главной цели — достижению оптимальной степени упорядоченности в данной области.

К основным очевидным препятствиям можно отнести неудобочитаемость, недостаточную прослеживаемость, дублирование информации (избыточность), встречающиеся противоречия, неопределенность и неоднозначность понятий, и т. п. (рис. 1).

Пример недостаточной прослеживаемости можно наблюдать с определением термина «качество» в новой версии СТБ ИСО 9000-2001. Уже после появления стандарта в некоторых новых нормативных документах используется определение этого термина по старой версии 1996 года.

В качестве примера встречающихся противоречий можно

рассмотреть область метрологии. Это в первую очередь касается терминов и определений. Так, в «Законе об обеспечении единства измерений» и СТБ 8014-2000 имеются разночтения в определении термина «калибровка». Различные исходные определения вызывают неоднозначность трактовки и неопределенность.

Очевидно, что несовершенство инфраструктуры стандартизации можно преодолеть только с помощью тотального использования информационных тех-

нологий [1 – 11]. Было бы некорректно говорить, что стандартизации сегодня чужды современные компьютерно ориентированные подходы. Заслуживают внимания, например, CALS-технологии как средство кардинального решения проблем повышения эффективности обработки информации о сложных изделиях, интеграции процессов информационного сопровождения жизненного цикла изделия и перехода от бумажного документооборота к электронному [6, 7]. За счет этого при внедрении CALS-технологий снижаются расходы и трудоемкость проектирования и освоения производства новых сложных изделий, в том числе на подготовку технической документации; уменьшаются сроки выпуска таких изделий на рынок. Однако CALS (или ИПИ – Информационная поддержка жизненного цикла изделий) в основном ориентирована на решение конкретных задач для технически

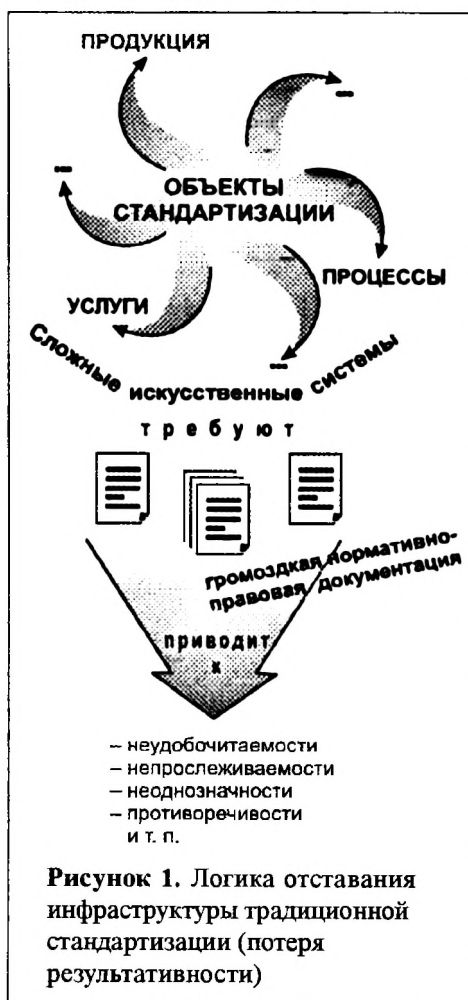


Рисунок 1. Логика отставания инфраструктуры традиционной стандартизации (потеря результативности)

сложных изделий с длительным жизненным циклом. Именно поэтому CALS-технологии не могут, на наш взгляд, служить общим универсальным подходом к созданию эффективной инфраструктуры стандартизации.

Возможное решение представляется нам в создании принципиально новой концепции стандартизации, основанной на «Методологии онтологического инжиниринга» [2 – 5], которая позволит оптимизировать функционирование системы стандартизации в целом, привести ее инфраструктуру в соответствие с современным уровнем научно-технического прогресса, решить множество ее проблем.

Онтология – учение о познании (от греч. онтос – сущее, логос – понятие). Другими словами, онтология – это структурированное, детальное описание некоторой предметной области, ее формализованное представление, которое включает словарь терминов и понятий предметной области и логические выражения (связи), описывающие, как они соотносятся друг с другом. Зачастую онтологией называют постоянно пополняемую и развиваемую базу знаний специального вида, которую можно самостоятельно использовать в рамках рассматриваемой предметной области. Использование базы знаний предполагает интерактивное взаимодействие с ней: пользователь задает вопрос, переводя его на формальный язык логики (например, Пролог) и получает однозначный ответ, если таковой существует, т. е. если его в принципе можно сформулировать из существующих в базе знаний понятий и связей между ними. Очевидно, что в силу идеологической близости онтологический подход очень органично может быть «вписан» в стандартизацию. Действительно, пользователь не читает стандарт как художественное произведение, он ищет в нем ответы на интересующие его вопросы. Именно в таком контексте следует рассматривать стандартизацию и ее инфраструктуру. Пользователю нужна база знаний, к которой можно обратиться с запросом и получить конкретный ответ и при этом быть уверенным, что ответ точный, однозначный для всех участвующих сторон. Например:

Какие параметры следует измерять? Можно ли измерить этот параметр таким образом? Можно ли назначить на продукцию такие требования? Каковы правила эксплуатации такого-то оборудования?

База знаний стандартизации сегодня – совокупность, как правило, самодостаточных фрагментов

информации (стандартов), пусть даже представленных не только на бумажных носителях, но и в электронной форме. Суть инфраструктуры стандартизации (формы представления информации) при этом практически не изменилась с момента зарождения стандартизации. В то же время содержание в количественном и качественном отношении сегодня совсем другое. Поэтому, несмотря на то, что формулируются, постоянно уточняются принципы стандартизации (комплексность, непротиворечивость и т. п.), пользователи постоянно сталкиваются с проблемами (рис. 1). То есть, организационно и технически развитие инфраструктуры стандартизации отстает от роста требований к ее функционированию, в частности к управлению информацией. Налицо диалектическое противоречие: форма не соответствует содержанию.

Проектирование и разработка онтологий (онтологический инжиниринг) – ядро концепции «менеджмента знаний» (KM – Knowledge Management) [8 – 11], одного из наиболее перспективных сегодня подходов к управлению сложными «информационно наполненными» системами.

При разработке систем «менеджмента знаний» можно выделить следующие этапы:

1. Накопление. Стихийное и бессистемное накопление информации.

2. Извлечение. Процесс обнаружения источников данных и знаний, их «добыча» и описание. Это один из наиболее сложных и трудоемких этапов. От его успешности зависит дальнейшая жизнеспособность системы.

3. Структурирование. На этом этапе должны быть выделены основные понятия, выработана структура представления информации, обладающая максимальной наглядностью, простотой изменения и дополнения.

4. Формализация и программная реализация. Представление структурированной информации в форматах машинной обработки – то есть на языках описания данных и знаний и организация автоматизированной обработки и поиска информации по запросу.

5. Обслуживание. Коррекция формализованных данных и знаний (добавление, обновление); удаление устаревшей информации (актуализация); фильтрация данных и знаний для поиска информации, необходимой пользователям.

На настоящий момент разработано более десятка онтологий для описания и управления сложными системами: организациями, направлениями исследований, рабочими процессами, личностями, продуктами производства и пр.

Основная задача онтологического подхода – упорядочение знаний за счет их систематизации, создания единой иерархии понятий, унификации терминов и правил интерпретации – отвечает общим целям и принципам самой стандартизации, что красноречиво свидетельствует в пользу применения именно этого подхода для достижения целей как самого процесса стандартизации, так и пользования нормативно-технической информацией, которая сейчас существует в виде стандартов.

Онтологический инжиниринг может и должен стать методологической основой современной и будущей стандартизации, так как он объединяет две основные технологии проектирования сложных систем – объектно-ориентированный и структурный анализ. Не случайно онтологический анализ вошел в стандарт IDEF 5, который является основным средством спецификации компьютерно ориентированных информационных систем и моделирования бизнес-процессов сегодня [12].

Для разработки автоматизированной концепции инфраструктуры стандартизации как деятельности по оптимизации степени упорядоченности в определенной области на основе онтологического инжиниринга необходимо следующее:

- 1) разработать иерархию онтологий, определяющих области стандартизации;
- 2) создать иерархию терминологий;
- 3) фиксирование аксиом на неформальном («человеческом») языке;

- 4) выбор языка описания и перевод утверждений на формальный язык;

- 5) реализация релевантных данных в виде единой базы знаний, состоящей из иерархически

соподчиненных баз данных для каждой области стандартизации;

- б) семантическое представление базы знаний как «единого» стандарта (в смысле представления) и разработка методики пользования концепцией.

База знаний в области стандартизации, представленная в виде формализованной модели данных и построенная по методологии онтологического инжиниринга, состоит из терминологии, то есть формально определенных терминов и правил – логических отношений между ними ограничительного характера. База знаний описана с помощью логического языка программирования (например, Пролога), что позволяет применять для обработки данных и вопросов, задаваемых пользователями, дедуктивные возможности логики первого порядка [1]. Причем главная возможность – это возможность автоматически выводить скрытые истинные факты (имплицитная информация) при наличии исходных, введенных в базу (эксплицитная или явная информация).

Надо сказать, что попытки представить стандартизацию в отдельных локальных областях как онтологию имеют место. Так, в приложении А СТБ ИСО 9000-2001 предлагаются диаграммы понятий, построенные исходя из требований когерентности и гармонизированности к словарю, который был бы легко понятен всем потенциальным пользователям стандартов ИСО серии 9000. Понятия в области качества представляют терминологию, а связи между понятиями (ассоциативные, партитивные и родо-видовые) представляют собой правила (рис. 2). В сово-

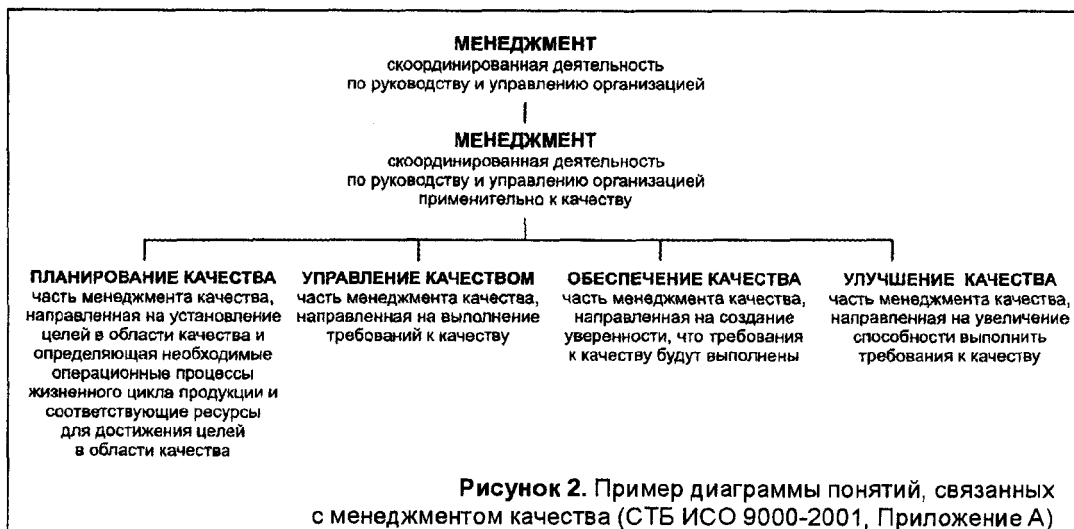


Рисунок 2. Пример диаграммы понятий, связанных с менеджментом качества (СТБ ИСО 9000-2001, Приложение А)

купности это могло бы служить основой для создания онтологической модели стандартизации в области менеджмента качества. Но разработчики данной серии стандартов, к сожалению, только обозначили онтологию, ограничившись, по-видимому, эффектом наглядности и прослеживаемости понятий.

Здесь понятия **менеджмент, менеджмент качества, планирование качества** и т. д. являются терминами, а связи понятий – правилами.

Для построения модели используется системный подход – методология онтологического инжиниринга. Методология предполагает идентификацию, классификацию и однозначное определение терминологии и правил; постановку пользовательских вопросов; и вывод ответов [4].

Проиллюстрируем вышесказанное на примере тех же понятий, связанных с менеджментом качества (рис. 2). Отношения между понятиями могут быть описаны в виде абстрактной логической модели – некоторого формального описания, состоящего из следующих утверждений (отношений):

- 1) часть (менеджмент качества, менеджмент);
- 2) часть (планирование качества, менеджмент качества);
- 3) часть (управление качеством, менеджмент качества);
- 4) часть (обеспечение качества, менеджмент качества);
- 5) часть (улучшение качества, менеджмент качества);

6) виды деятельности $Z(X, Y)$: часть (X, Z) , часть (Y, Z) , $X \leftrightarrow Y$.

Первые пять утверждений описывают партитивные связи между понятиями, обозначенные как **часть** (например, планирование качества есть часть менеджмента качества). Понятия и правила позволяют определить новые отношения в терминах существующих отношений. Последнее утверждение – это правило, определяющее новое отношение вида деятельности Z в терминах существующих отношений **часть**:

виды деятельности $Z(X, Y)$: часть (X, Z) , часть (Y, Z) , $X \leftrightarrow Y$, которое указывает, что виды деятельности X и Y являются элементами одного уровня (родственными элементами) в рамках деятельности Z . Т. е., если X – планирование качества как часть менеджмента качества Z (2-е утверждение), а Y – обеспечение качества как часть менеджмента качества Z (4-е утверждение), то X и Y – родственные виды деятельности (одного уровня). С другой стороны, подобный запрос в отношении 1-го и 2-го утверждений автоматически покажет, что менеджмент качества и планирование качества – понятия не одного уровня, причем второе – часть первого.

Таким же образом легко могут быть логически описаны все остальные понятия из словаря стандарта СТБ ИСО 9000-2001 и связи между ними, положения стандарта, а также положения других стандартов различных областей, что в итоге образует единую онтологию стандартизации (рис. 3), состоящую из онтологий низших уровней.

Отметим, что предпосылки создания единой онтологии стандартизации существуют. В результате применения в стандартизации системного подхода к объектам стандартизации, разработано множество систем стандартов взаимосвязанных требований (например, комплексы стандартов, относящихся к оформлению конструкторской и технологической документации ЕСКД, ЕСТД, и др.), которые могут составлять



Рисунок 3. Иерархическая структура онтологий стандартизации

элементарные или базовые онтологии – модули единой онтологии стандартизации.

Реализация проекта единой онтологии стандартизации позволит эффективнее проводить принципы системности и комплексности, т. к. все понятия будут находиться в единой открытой, т. е. пополняемой по установленным правилам базе данных. Это исключит дублирование понятий (система просто не позволит ввести дублирующий или синонимичный термин), их неоднозначность (т. к. все описано строгим языком логики), также удаляются противоречия и улучшается прослеживаемость.

Построенная на базе онтологий база знаний сможет обеспечить формализацию и автоматизацию задач стандартизации с поддержкой процесса разработки новых правил ограничительного типа в определенной области, применения и использования ограничений и логической обработки данных. Очевидные преимущества этого:

- устранение дублирования;
- исключение противоречий и непоследовательности;
- избежание появления синонимичных терминов;
- сокращение все еще большого числа недочетов и пробелов, разночтений;
- повышение степени упорядоченности и структурированности, улучшение унификации;
- поддержка принципов системности и комплексности;
- способность автоматически выводить скрытые истинностные факты;
- универсальность и простота доступа к нужной информации при использовании единого домена знаний.

Развитие онтологического подхода применительно к области знаний – стандартизации способно вывести ее на совершенно новую ступень развития.

Павел Степанович СЕРЕНКОВ, кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология и информационные системы» БНТУ

Владимир Леонтьевич СОЛОМАХО, доктор технических наук, первый проректор БНТУ

Владимир Александрович НИФАГИН, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой «Инженерная математика» БНТУ

Анастасия Александровна МИНОВА, студентка БНТУ, специальность 1-54 01 01-01 «Метрология, стандартизация, сертификация» (специализация «Стандартизация и информационное обеспечение»)

Литература

- [1] Kim H M, Fox M S, Gruninger M: «An ontology for quality management – enabling quality problem identification and tracing», 1999
- [2] A. Tate, «Towards a Plan Ontology», AI*IA Notiziq (Quarterly Publication of the Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale), Special Issue on Aspects of Planning Research, 9(1): 19-26, March 1996.
- [3] M. Gruninger, C. Schlenoff, A. Knutilla, S. Ray, «Using Process Requirements as the Basis for the Creation and Evaluation of Process Ontologies for Enterprise Modeling», ACM SIGGROUP Bulletin Special Issue on Enterprise Modelling, Vol. 18, No. 3, 1997.
- [4] R.A. Pease and T. Carrico, «The JTF ATD Core Plan Representation: A Progress Report», Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering, 1997.
- [5] S.F. Smith and M. Becker, «An Ontology for Constructing Scheduling Systems», Working Notes of 1997 AAAI Symposium on Ontological Engineering, Stanford, CA, March, 1997, AAAI Press.
- [6] Manji, JF «CALS sharpens your competitive edge today and into the 21st Century».
- [7] ИПИ-технологии. Информационная поддержка этапов жизненного цикла изделия. <http://www.rtc.ru/ipi/> (11.09.2004)
- [8] Гаврилова Т.А. «Онтологический инжиниринг» <http://www.big.spb.ru/publications/bigspb/> (11.09.2004)
- [9] Gruber. T. Towards Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing // International Journal of Human and Computer Studies. – 1995, № 43(5/6). – pp. 907-922.
- [10] T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199 – 220, 1993.
- [11] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. С-Пб.: Питер, 2000.
- [12] Верников Г. Стандарт онтологического исследования IDEF5. <http://www.cfin.ru>