

Фёдоров И.Г.

Российский экономический университет им Г.В. Плеханова

СЕМИОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЯЗЫКОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

АННОТАЦИЯ

Языки визуальной разработки моделей бизнес-процессов EPC, BPMN приобрели популярность и широко используется для описания, реинжиниринга и автоматизации бизнес-процессов. Задача формализации семантики, синтаксиса и прагматики этих языков является актуальной и важной, без её решения невозможно разработать средства автоматической проверки моделей на отсутствие ошибок или преобразовать их в исполняемый машинный код. До тех пор, пока синтаксис и семантика языка не будут описаны формально, их использование окажется затруднено, моделирование будет оставаться ремеслом, тогда как требуется инженерный подход. В работе доказывается предположение, что наличие морфизма между моделью бизнес-процесса и окружающей реальностью, позволяет сделать важные выводы, относительно синтаксиса и семантики языка моделирования. Групповые отношения между знаками, образующими модель, можно интерпретировать как конкретный синтаксис языка моделирования, а отношения между концептами онтологии моделирования образуют абстрактный синтаксис.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Языки моделирования бизнес-процессов; семантика; синтаксис; прагматика.

Fiodorov I.G.

Plekhanov Russian University of Economics

A SEMIOTIC ANALYSE OF BUSINESS PROCESS MODELING LANGUAGES

ABSTRACT

Visual modeling languages like EPC and BPMN gained popularity and are widely used for the description, re-engineering and automating of business processes. A task of formalization of semantics, syntax and pragmatics of these languages is a relevant and important, without it is impossible to develop a means for automatic model error checking or convert them into executable computer code. As long as the syntax and semantics of the language will not be described formally, their use would be difficult, and a modeling will remain a craft, while engineering approach is required. We prove the assumption that the existence of a morphism between the business process model and the surrounding reality allows important conclusions concerning the syntax and semantics of the modeling language. Group relations between the characters that make up the model can be interpreted as a concrete modeling language syntax, while the relations between the concepts of modeling ontology relationships form the abstract syntax.

KEYWORDS

Business process modeling language; semantics; syntax; pragmatics.

Введение

Графические языки визуальной разработки моделей бизнес-процессов EPC [1], BPMN [2] пр., приобрели популярность и широко используется для описания, реинжиниринга и автоматизации бизнес-процессов. Вопрос формализации семантики, синтаксиса и прагматики этих языков является актуальным и важным, без его решения невозможно разработать средства автоматической проверки моделей на отсутствие ошибок или преобразовать их в исполняемый машинный код. До тех пор, пока синтаксис и семантика языка не будут описаны формально, их использование окажется затруднено, моделирование будет оставаться ремеслом, тогда как требуется инженерный подход.

Как считает Ю.А. Гастев, соответствие между оригиналом и моделью можно

охарактеризовать с помощью общего понятия морфизм [3]. Если любое свойство оригинала можно отобразить на модели единственным образом, причём модель во всех отношениях эквивалентна прототипу, то можно говорить, что они оба неразличимы, их связывает отношение изоморфизма. Если же модель не в полной мере отображает оригинал, отбрасывает детали, не важные для целей моделирования, можно говорить о гомоморфном отображении.

Выскажем предположение, что наличие морфизма между моделью и окружающей реальностью, позволяет сделать важные выводы, относительно синтаксиса, семантики и прагматики языка моделирования. Морфизм означает способ отображения элементов двух множества, сохраняющий групповые отношения между элементами в каждого из множеств [4]. Групповые отношения между знаками, образующими модель, можно интерпретировать как конкретный синтаксис языка моделирования, а отношения между объектами реальности образуют абстрактный синтаксис. Это означает, что правила синтаксиса подчиняются законам, которые можно вывести, если исследовать отношения, существующие между элементами реальности. Если предположение верное, правила синтаксиса языков моделирования ЕРС и BPMN могут быть определены формально, появится возможность доказать их полноту. Однако многочисленные попытки исследовать природу этого отображения не получили своего развития, поскольку авторы были не в состоянии выделить необходимые закономерности между объектами окружающей реальности [5], [6], [7]. Дело в том, что модель может включать множества однотипных знаков, а реальность состоит из нескольких множеств однотипных объектов, поэтому непонятно, какие отношения следует анализировать: внутри множеств однотипных знаков и объектов или между этими множествами.

Особенность предлагаемого в этой работе подхода заключается в следующем, используя семиотический треугольник Г. Фреге, мы планируем исследовать свойства отображения, связывающего модель и реальность через анализ двух смежных отображений, образующих этот треугольник.

Семиотическая теория

Языки моделирования бизнес-процессов ЕРС и BPMN относятся к иконическим, в них каждый знак обозначает отдельное понятие и провоцирует возникновение чувственного образа [8], поэтому возможно исследовать их свойства с помощью семиотического подхода. Рассмотрим треугольник Г. Фреге (см. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), который иллюстрирует принцип восприятия аналитиком окружающей реальности и связывает объект реального мира, соответствующий знак языка и концепт, абстрагирующий понятие, связанное со знаком [9]. Окружающий мир – то, что мы собираемся моделировать, образован объектами и явлениями иначе денотатами, их совокупность образует предметную область моделирования. Концепт или десигнат, есть некоторое представление, которое связано с моделируемой вещью, оно получается в результате процедуры концептуализации предметной области. Совокупность всех концептов образует семантический домен. Знак, иначе экспонент, это логическое имя, присвоенное соответствующему концепту. Множество всех стандартных знаков образует алфавит языка. Модель строится из знаков алфавита. Таким образом, знак языка моделирования означает сущность реального мира в том случае, если он способен выразить концепт соответствующей предметной области, который, в свою очередь, абстрагирует некую сущность реального мира [10].



Рисунок 1. Треугольник Фреге

Начнём анализ с рассмотрения отображения концептуализации, которое ставит в соответствие каждому денотату определённый концепт. Будем предполагать, что множество

денотатов предметной области можно разбить на непересекающиеся подмножества, называемые классами, таким образом, чтобы все денотаты, обладающие некоторым свойством, принадлежали к одному классу. Сопоставим каждый концепт онтологии одному из полученных классов эквивалентности, последний определяет объем понятия, соответствующего концепта онтологии. Множество концептов образует онтологию. Исследуем способы концептуального отображения:

- Равносильность (биекция) – каждый концепт онтологии отображается в отдельный класс денотатов, так что мощности двух множеств: понятий и классов десигнатов совпадают,
- Неопределённость (инъекция) – у разных концептов онтологии объёмы понятий совпадают, что может привести к ошибкам моделирования.
- Неразличимость (сюръекция) – один концепт онтологии имеет несколько различающихся непересекающихся объёмов понятия, что недопустимо.
- Пустое понятие – для некоторых концептов нет денотатов, они ничего не отображают, мощность множества концептов превосходит мощность множества денотатов;
- Не осмысленная реальность – для некоторых объектов и феноменов реальности нет соответствующих понятий, её нельзя отобразить на модели процесса.

Онтология, по определению, есть полное, однозначное определение понятий окружающего реального мира, поэтому случаи неопределённости и неразличимости следует сразу отбросить. Онтология включает всегда конечное число понятий, поэтому можно говорить об области охвата или размере онтологии в сравнении с реальным миром. Если онтология включает пустое понятие, следовательно, область охвата онтологии превосходит размер предметной области, будем считать такую ситуацию является ошибочной, поскольку модель будет содержать то, чего у оригинала нет. Если наоборот, область охвата онтологии меньше размера предметной области, возникает неосмысленная реальность, какие-то денотаты невозможно отобразить в модели. Оба случая говорят о том, что онтология не соответствует предметной области, её необходимо корректировать. Таким образом, для правильно составленной онтологии остаётся допустимым единственный вариант, когда онтология и реальность равнозначны.

Важно отметить, онтология не ограничивается тезаурусом, где перечислены концепты, она включает также спецификацию структуры проблемной области [11], эти связи между концептами, обычно, отражают отношения, возникающие между денотатами. Обратим внимание, что реальность можно отобразить на различные онтологии [12]. Во-первых, можно использовать модель прямой аналогии, которая сохраняют непосредственное соответствие между элементами оригинала в натуре. Во-вторых, можно применить модель непрямо аналогии, в которой оригиналу соответствуют концепты иной физической природы, но при этом отношения между концептами альтернативной онтологии должны быть подобны отношениям между концептами оригинала. Например, для анализа электрической цепи, содержащей катушку индуктивности и ёмкость часто используют модель колебаний механической системы. Можно утверждать, что связи между концептами онтологии должны правильно передавать связи между объектами или явлениями, принадлежащими к разным классам денотатов, так что отображение концептуализации должно обладать свойством изоморфизма, в противном случае, модель окажется некорректной.

Теперь рассмотрим семантическое отображение, связывающее знаки алфавита языка моделирования и концепты семантического домена. Можно выделить следующие варианты отображения:

- Однозначность (моносемия) – наличие у знака ровно одного значения, это идеальный случай, когда модель способна полностью передать окружающую реальность.
- Многозначность (полисемия) – наличие у одного знака нескольких значений, это недопустимый случай, так как любой знак должен иметь только один смысл;
- Равнозначность (синонимия) – сходство, одинаковость смысла разных знаков языка, хотя синонимия не запрещена, она вносит путаницу в модели, её следует избегать;
- Бессмысленность (анасемия) – отдельные знаки языка не имеют смысла, будем полагать такую ситуацию недопустимой;
- Дефицит знаковой системы языка – для некоторых понятий онтологии нет подходящего знака языка.

Многозначность и равнозначность следует исключить, поскольку язык, обладающий подобными свойствами, не применим для описания реальности. Бессмысленность знака языка также недопустима, она свидетельствует о том, что язык неправильно спроектирован. Многозначность, когда разные знаки имеют одинаковую семантику делает модель труднопонимаемой. Назовём идеальным такой язык моделирования, для которого отображение обладает свойством однозначности, так что каждый знак алфавита отображается ровно в один концепт онтологии. Однако на практике ни один из языков моделирования бизнес-процессов не

способен отобразить все концепты онтологии, а только их часть, имеет место дефицит изобразительной способности языка, к счастью он преодолим [13].

Если воспользоваться теоремой об умножении двух морфизмов, то можно сделать вывод, если отображение концептуализации и семантическое отображение оба являются изоморфизмами, то их последовательное применение, иначе произведение, есть изоморфизм, следовательно, отображение представления, связывающее модель и предметную область является изоморфизмом. Если же отображение концептуализации и семантическое отображение являются гомоморфизмами (или одно из них является изоморфизмом, а второе гомоморфизмом), то их произведение есть гомоморфизм, следовательно, отображение представления является гомоморфизмом. В любом случае, конкретный синтаксис языка может быть выведен из отношений, которые существуют между концептами онтологии, а последние отражают связи между денотатами реальности. Именно этот результат подтверждает высказанное ранее предположение, что синтаксис языка может быть выведен формально, если проанализировать отношения, возникающие между концептами онтологии.

Семантика языка моделирования

По определению Д. Харела и Б. Румпе семантика языка моделирования включает семантический домен, перечисляющий концепты, которые лежат в основе представления предметной области, и семантическое отображение, связывающее множество знаков языка моделирования и семантический домен [14]. Мы исследовали свойства отображения концептуализации и определили, что концепт онтологии соответствует некоторому классу эквивалентности, так что множество всех денотатов, принадлежащих этому классу, определяет содержание соответствующего понятия. Семантическое отображение для приемлемого языка моделирования является гомоморфизмом, таким образом, семантика знака языка моделирования может быть определена через понятие, связанное с соответствующим концептом.

Синтаксис языка моделирования

Рассмотрим фрагмент треугольника Фреге, изображенный на рисунке. Можно видеть, что связи между знаками алфавита образуют конкретный синтаксис языка, а связи между концептами можно трактовать как абстрактный синтаксис, они, в свою очередь отражают связи между классами денотатов. Таким образом, идеальный язык обладает изоморфизмом семантического отображения, при этом синтаксис языка определяется связями между концептами.

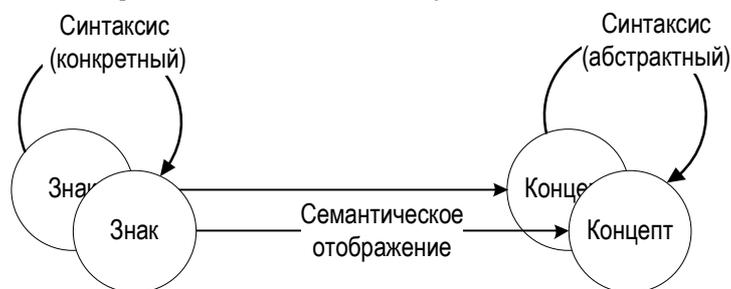


Рисунок 2. Абстрактный и конкретный синтаксисы языка моделирования

Теперь рассмотрим случай, когда многозначность, равнозначность и бессмысленность языка исключены, но язык обладает дефицитом выразительной способности. При этом знаки алфавита языка можно взаимно-однозначно отобразить на некоторое подмножество концептов онтологии. Можно говорить, что между алфавитом языка и множеством концептов онтологии существует отношение гомоморфизма, так что правила синтаксиса этого языка определяются отношениями между теми концептами, которые могут быть отображены в знаки языка.

Прагматика языка моделирования

В контексте моделирования бизнес-процессов прагматика понимается как практические способы достижения цели моделирования. Мы предлагаем различать прагматику:

- Знака - в какой мере знак создаёт «чувственный образ», понятный аналитику.
- Языка - способность передать все особенности окружающего мира.
- Модели - соответствует ли модель целям своего создания.

Оставим вне рассмотрения прагматику отдельного знака, она относится к когнитивной теории восприятия. Прагматика языка была нами оценена путём анализа семантического отображения – мы назвали идеальным такой язык моделирования, для которого отображение

обладает свойством однозначности, а приемлемым, такой, в котором имеет место дефицит изобразительной способности языка, к счастью он преодолим.

Для оценки прагматики модели рассмотрим вопрос о соответствии модели целям моделирования. Дело в том, что модель есть образ оригинала, который передаёт только те детали, которые аналитик считает важными для целей моделирования, и отбрасывает всё то, что он считает малозначимыми. Для задачи моделирования бизнес-процессов можно выделить две цели: понять, как исполняется процесс, и управлять его исполнением, они определяют разные требования к моделям, в первом случае, модель должна показывать все функции, составляющие процесс, но может опускать редко встречающиеся маршруты исполнения, во втором случае, модель должна показывать все, даже редко встречающиеся маршруты, иначе исполнение окажется невозможным. Можно сделать вывод, что модель должна быть адекватной цели создания.

Выводы

Научная новизна проведённого исследования заключается в том, что семантика и синтаксис языка моделирования бизнес-процессов могут быть обоснованы в рамках онтологической модели. Семантическое отображение множества знаков языка моделирования на множество концептов онтологии позволяет обосновать требование онтологической чистоты языка. Для языков, удовлетворяющих этому требованию, семантическое отображение является инъективным гомоморфизмом, что позволяет утверждать, что семантика каждого из знаков может быть обоснована с использованием соответствующего ему концепта, а абстрактный синтаксис этого языка определяется структурой связей между концептами онтологии.

В работе предлагается разделять прагматику всей модели, а также знака и языка моделирования. Прагматика языка может быть исследована путём анализа соответствующего семантического отображения, а прагматика модели определяется тем, в какой мере модель адекватна цели своего создания.

Практическое значение проведённого исследования заключается в том, что предложен механизм, позволяющий проверить спецификацию языка на непротиворечивость, выявить существующие неточности, обосновать известные и добавить новые правила синтаксиса языка. Это даст возможность улучшить средства проверки моделей на наличие синтаксических ошибок.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России, в рамках базовой части государственного задания № 2014/162 шифр 2966.

Литература

1. Software AG. Methods ARIS 7.0. -Darmstadt: Software AG, 2011. -291 с.
2. OMG. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0, Object Management Group, OMG Document Number: formal/2011-01-03, 2012.
3. Гастев Ю.А. Гомоморфизмы и модели: Логико-алгебраические аспекты моделирования. -М.: Наука, 1975. -152 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. - М.: «Наука, 1974. - 832 с.
5. Gurr C. On the isomorphism, or lack of it, of representations // In: Visual Language Theory. Springer, 1998. -С. 293-305.
6. Guizzardi G. Ontological foundations for structural conceptual models. University of Twente, Enschede. 2005. -441 с.
7. Wand Y., Weber R. Toward a theory of the deep structure of information systems // Proc international conference on information systems. -Copenhagen: 1990. Vol. 16. pp. 61–71.
8. Пирс Ч.С. Начала прагматизма. Том 2. Логические основания теории знаков. Лаборатория Метафизических Исследований философского факультета СПбГУ ed. — СПб.: Алетейя, 2000. -352 с.
9. Лемов А.В. Система, структура и функционирование научного термина. –Саранск: Мордов. ун-т. 2000. -192 с.
10. Ullmann S. Semantics: An Introduction to the Science of Meaning. Oxford; Basil Blackwell, 1972. -278 с.
11. Нариньяни А.С. Кентавр по имени ТЕОН: тезаурус-онтология // Международный семинар Диалог'2001 по компьютерной лингвистике и ее приложениям. – Аксаково. 2001. Vol. 1. -С. 184–188.
12. Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. -М.: Наука, 1970. -264 с.
13. Fiodorov I. Overcoming expressiveness deficit of business process modeling languages // Business informatics , Vol. 3, No. 37, Sep 2016. -С. 53-62.
14. Harel D., Rumpe B. Meaningful Modeling What's the Semantics of Semantics // Journal Computer, Vol. 37, No. 10, October 2004. -С. 64-72.

Reference

1. Software AG. Methods ARIS 7.0. -Darmstadt: Software AG, 2011. -291 s.
2. OMG. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0, Object Management Group, OMG Document Number: formal/2011-01-03, 2012.
3. Gastev YU.A. Gomomorfizmy i modeli: Logiko-algebraicheskie aspekty modelirovaniya. -M.: Nauka, 1975. -152 s.
4. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike dlya nauchnyh rabotnikov i inzhenerov. - M.: «Nauka, 1974. - 832 s.
5. Gurr C. On the isomorphism, or lack of it, of representations // In: Visual Language Theory. Springer, 1998. -S. 293-305.
6. Guizzardi G. Ontological foundations for structural conceptual models. University of Twente, Enschede. 2005. -441 s.

7. Wand Y., Weber R. Toward a theory of the deep structure of information systems // Proc international conference on information systems. -Copenhagen: 1990. Vol. 16. pp. 61–71.
8. Pirs CH.S. Nachala pragmatizma. Tom 2. Logicheskie osnovaniya teorii znakov. Laboratoriya Metafizicheskikh Issledovaniy filosofskogo fakul'teta SPbGU ed. — SPb.: Aletejya, 2000. -352 s.
9. Lemov A.V. Sistema, struktura i funkcionirovanie nauchnogo termina. –Saransk: Mordov. un-t. 2000. -192 s.
10. Ullmann S. Semantics: An Introduction to the Science of Meaning. Oxford,; Basil Blackwell, 1972. -278 s.
11. Narin'yani A.S. Kentavr po imeni TEON: tezaurus+ontologiya // Mezhdunarodnyj seminar Dialog'2001 po komp'yuternoj lingvistike i ee prilozheniyam. – Aksakovo. 2001. Vol. 1. -S. 184–188.
12. Uemov A.I. Analogiya v praktike nauchnogo issledovaniya. -M.: Nauka, 1970. -264 s.
13. Fiodorov I. Overcoming expressiveness deficit of business process modeling languages // Business informatics , Vol. 3, No. 37, Sep 2016. -S. 53-62.
14. Harel D., Rumpe B. Meaningful Modeling What's the Semantics of Semantics // Journal Computer, Vol. 37, No. 10, October 2004. -S. 64-72.

Поступила 12.10.2016

Об авторе:

Фёдоров Игорь Григорьевич, доцент кафедры прикладных информационных технологий и информационной безопасности, кандидат технических наук, Igor.Fiodorov@mail.ru.