

14. Карпенко А.П. Современные алгоритмы оптимизации. Алгоритмы вдохновленные природой. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.
15. Ruiqing Zhao, Wansheng Tang, Monkey Algorithm for Global Numerical Optimization // Journal of Uncertain Systems. – 2008. – Vol. 2, No. 3. – P. 165-176.
16. Kiefer J. and Wolfowitz J. Stochastic estimation of the maximum of a regression function // The Annals of Mathematical Statistics. – 1952. – Vol. 23, No 3. – P. 462-466.
17. Spall J.C. "An overview of the simultaneous perturbation method for efficient optimization, Johns Hopkins APL Technical Digest. – 1998. – Vol. 19, No. 4. – P. 482-492,
18. Yaikhom G. Implementing the Fuzzy c-Means Algorithm.

УДК 004, IS&IT'18

А.Н. Афанасьев¹, Н.Н. Войт²

ДЕНОТАТИВНЫЕ И СИГНИФИКАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИЗУАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОТОКОВ РАБОТ РЦ АСКОН-ВОЛГА, BPMN И EEPС

Экземпляры слов визуальных языков представления потоков работ РЦ АСКОН-Волга, BPMN и eEPC в работе определены денотатами, а структура слов – сигнификатами. Дано отличие денотата и сигнификата в семантическом понимании, представлено формальное описание на теоретико-множественном языке. Сформулированы виды ошибок рассматриваемых визуальных языков на теоретическом уровне денотативной и сигнификативной семантики слов.

Денотат, сигнификат, лексическая семантика, онтология, потоки работ, диаграмматика, бизнес-процессы.

A.N. Afanasyev, N.N. Voit

DENOTATIVE AND SIGNIFICATIVE FEATURES OF THE VISUAL LANGUAGES FOR WORKFLOWS REPRESENTATION BY RTS ASKON-VOLGA, BPMN AND EEPС

Instances of visual words representation languages work streams RTS ASKON-Volga, BPMN and eEPC determined by the denotations, and the structure of words – significate. The difference between denotate and significate in semantic understanding is given, the formal description in set-theoretic language is presented. The types of errors of the visual languages considered at the theoretical level of denotative and significative semantics of words are formulated.

Denotation, significat, lexical semantics, ontology, workflows, diagrammatic, business processes.

¹ УлГТУ; г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32; a.afanasev@ulstu.ru; 88422778846; д.т.н.; профессор.

² УлГТУ; г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, 32; n.voit@ulstu.ru; 88422778846; к.т.н.; доцент.

Введение

При создании потоков проектных работ в настоящее время все больше доминирует парадигма, связанная с гибридным динамическим характером их сущности. Гибридность определяется не только как разработка моделей с использованием различных диаграмматических базисов (например, UML, BPMN, IDEF0), но и как композиция оркестрации и хореографии [22] в виде ансамбля. Динамичность определяется необходимостью немедленного реагирования на возникающие производственные запросы и содержит понятие «время». Анализ и контроль диаграмматических моделей связаны с денотативной и сигнификативной семантиками. Денотативная семантика диаграмматических моделей представлена последовательностью темпоральных слов формального автоматного языка в виде трасс и определяет антонимию, синонимию этих слов с целью выявления ошибок в событиях диаграмматических моделей. Сигнификативная семантика диаграмматических моделей выявляет отношения изоморфизма, гомоморфизма этих трасс с целью локализации конструкционных ошибок в диаграмматических моделях, а также для последующего их преобразования. Таким образом, задача анализа диаграмматических моделей гибридных динамических потоков проектных работ является значимой научно-технической проблемой. В работе для примера взяты визуальные языки такие, как РЦ АСКОН-Волга (используется на крупном промышленном предприятии г. Ульяновск), BPMN и eEPC.

1. Денотативная и сигнификативная семантика диаграмматических моделей визуальных языков РЦ АСКОН-Волга, BPMN и eEPC

Денотативная семантика любого визуального языка представлена денотатами в виде графических объектов (слов) [1–3]. Под денотатом слова в теории визуальных языков понимается экземпляр класса с конкретными значениями свойств, характеризующие принадлежность слова к предмету. Общая структура экземпляра класса графического слова представлена рис. 1.

```
Класс имя класса=start  
начало  
    свойство 1=значение 1  
    свойство 2=значение 2  
    свойство 3=значение 3  
    свойство n=значение n  
конец
```

Рис. 1. Обобщенная структура денотата графического слова

Структурные единицы параметров (свойства) графического слова представляют сигнификат этого слова, а сами свойства объединены в класс (рис. 2).

Класс имя класса: текст

начало

свойство 1: тип 1

свойство 2: тип 2

свойство 3: тип 3

свойство n: тип 4

конец

Рис. 2. Обобщенная структура сигнификата графического слова

Описание денотатов и сигнификатов на теоретико-множественном языке имеет следующий вид:

$$\text{NameOfDenotate} = (\text{ValueOfProperty}_1, \text{ValueOfProperty}_2, \text{ValueOfProperty}_3, \dots, \text{ValueOfProperty}_N),$$

где

NameOfDenotate – наименование денотата (экземпляра класса) графического слова;

ValueOfProperty_1 – значение первого свойства графического слова;

ValueOfProperty_2 – значение второго свойства графического слова;

ValueOfProperty_3 – значение третьего свойства графического слова;

ValueOfProperty_N – значение N-го свойства графического слова.

$$\text{Significatum} = (\text{Property}_1, \text{Property}_2, \text{Property}_3, \dots, \text{Property}_N),$$

где

Significatum – наименование сигнификата (класса) графического слова;

Property_1 – структура первого свойства графического слова;

Property_2 – структура второго свойства графического слова;

Property_3 – структура третьего свойства графического слова;

Property_N – структура N-го свойства графического слова.

Отличием сигнификата от денотата является то, что денотат есть экземпляр сигнификата, т.е. свойства (структура) денотата имеют конкретные значения. Далее в табл. 1, 2, 3 представлены денотативная и сигнификативная семантики диаграмматических моделей гибридных динамических потоков проектных работ визуальных языков РЦ АСКОН Волга, BPMN, eEPC [4–12].

Таблица 1

Денотативная и сигнификативная семантика визуального языка
РЦ АСКОН-Волга

Графическое слово	Понятие	Класс	Свойства класса	Значения свойства класса
	Свернутый подпроцесс, который возможно вызывать многократно. Имеет только одну входящую связь типа «Перейти в процедуру»	Процедура	Вход Алгоритм Выход	Вход=поток работ Алгоритм=исходный код Выход=поток работ
	Свернутый подпроцесс, действие обязательно к выполнению пользователем	Задание	Вход Текст задания Выход	Вход=поток работ Текст задания=скрипт задания Выход=поток работ
	Свернутый подпроцесс, выполнение которого требуется многократно	Итерация	Алгоритм	Алгоритм=исходный код
Call	Используется совместно с "перейти в процедуру" и блоком "процедура"	Вызов процедуры	Адрес вызова процедуры	Адрес вызова процедуры=число
Thread	Используется совместно с "перейти в процедуру" и блоком "процедура"	Создание потока	Имя Адрес процедуры	Имя=название потока Адрес процедуры=число
Б	Операция, выполняемая пользователем	Нетранзит	код операции адрес операнда1 адрес операнда2	код операции=число адрес операнда1=число адрес операнда2=число
А	Автоматизированное (автоматическое) выполнения операций	Скрипт (Автооперация)	Алгоритм	Алгоритм=исходный код
IF	Имеет только две исходящие связи. True и False соответственно	Ветвление	Условие	Условие=исходный код
●	Позволяет соединять части диаграммы на разных уровнях вложенности. По сути является связью	Фантом	Из уровня К уровню	Из уровня=номер уровня К уровню=номер уровня
Ev	Используется совместно с «Ожидание». Три входящих, одна из них «Синхродействие», оповещающая о выполнении события.	Событие	Время	Время=число

Графическое слово	Понятие	Класс	Свойства класса	Значения свойства класса
	Используется совместно с «Ожидание». Три входящих, одна из них «Синхродействие», оповещающая о начале и завершении выполнения событий.	Семафор	Начало Завершение	Начало=число Завершение=число
	Имеет две исходящих ветви, одна из них «Синхродействие», оповещающая «Событие» об успешном завершении события.	Активировать	Выход	Выход=логическое значение
	Имеет две исходящих ветви, одна из них «Синхродействие», следящая за статусом выполнения события. Пропускает поток только в случае успешного завершения события.	Ожидание	Длительность	Длительность=число
	Имеет две исходящих ветви, одна из них «Синхродействие», оповещающая «Семафор» о начале исполнения события.	Инкремент	С По Шаг	С=число По=число Шаг=число
	Имеет две исходящих ветви, одна из них «Синхродействие», оповещающая «Семафор» о завершении исполнения события.	Декремент	От До Шаг	От=число До=число Шаг=число

Таблица 2

Денотативная и сигнификативная семантика визуального языка BPMN

Графическое слово	Понятие	Класс	Свойства класса	Значения свойства класса
	Не имеет входящих потоков	Стартовое событие	Выход	Выход=поток работ
	Лишь один входящий и исходящий поток	Промежуточное событие	Вход Операция Выход	Вход=поток работ Операция=алгоритм Выход=поток работ

Графическое слово	Понятие	Класс	Свойства класса	Значения свойства класса
	Может быть триггерным	Промежуточное событие «Сообщение»	Вход Событие Выход	Вход=поток работ Событие=алгоритм Выход=поток работ
	Не имеет исходящих потоков	Конечное событие	Вход	Вход=поток работ
	Входящие потоки	Действие	Вход Процедура Выход	Вход=поток работ Процедура=алгоритм Выход=поток работ
	Пускает поток лишь по одной исходящей ветви	Эксклюзивный шлюз	Вход Условие Выход	Вход=поток работ Условие=алгоритм Выход=поток работ
	После него могут идти лишь триггерные события	Шлюз, основанный на Событиях	Вход Событие Выход	Вход=поток работ Событие=алгоритм Выход=поток работ
	Активируется, только при наличии потока на каждой входящей ветви	Параллельный шлюз	Вход1 Вход2 Вход3 ВходN Выход	Вход1=поток работ Вход2=поток работ Вход3=поток работ ВходN=поток работ Выход=поток работ
	Может соединяться с любым элементом потока с помощью ассоциации	Объект данных	Документ	Документ=текст
	Отношение между графическими объектами	Обычная связь	От К	От=графический объект К=графический объект
	Позволит отслеживать недопустимую последовательность элементов	Связь для шлюза, основанного на событиях	От К	От=графический объект К=графический объект
	Ассоциативное отношение между графическими объектами по ключу	Ассоциация	От К	От=графический объект К=графический объект

Таблица 3

Денотативная и сигнификативная семантика визуального языка eEPC

Графическое слово	Понятие	Класс	Свойства класса	Значения свойства класса
	Это факт свершения чего-либо, причем не имеющий продолжительности во времени, либо это время стремиться к нулю (или не имеет значения)	Событие	Время	Число
	Исполнение функции всегда заканчивается событием	Функция	Функция	Функция=алгоритм
	Направление следования потоков работ	Путь процесса	От К	От=поток работ К=поток работ
	Объект отражает различные организационные звенья предприятия	Подразделение	Название	Название=текст
	Логический оператор, определяющий связь между событиями и функциями в рамках процесса. Позволяет описывать ветвление процесса	Исключающее ИЛИ	От К	От=поток работ К=поток работ
	Логический оператор, определяющий связь между событиями и функциями в рамках процесса. Позволяет описывать ветвление процесса	ИЛИ	От К	От=поток работ К=поток работ
	Логический оператор, определяющий связь между событиями и функциями в рамках процесса. Позволяет описывать ветвление процесса	И	От К	От=поток работ К=поток работ

Графическое слово	Понятие	Класс	Свойства класса	Значения свойства класса
	Объект отражает носители информации	Информация (Материал)	Документ	Документ=текст
	Основной бизнес-процесс	Главный процесс	От К	От=графический_объект К=графический_объект
	Структурно-функциональный элемент	Компонент	Наименование	Наименование=текст
	Область исследования	Предметная область	Наименование	Наименование=текст
	Набор простых процессов, собранных по одинаковому признаку и решающих одну и ту же задачу	Группа процессов	Наименование	Наименование=текст
	Отношение между графическими объектами	Динамическая соединительная линия	От К	От=графический_объект К=графический_объект

2. Формализация ошибок денотативной и сигнификативной семантики диаграмматических моделей потоков проектных работ

К семантическим ошибкам диаграмматических моделей потоков работ относятся следующие ошибки [13–21].

Несоответствие синонимов (денотативная ошибка).

Темпоральные слова визуального языка (a_i, t_i) и (a_k, t_k) являются синонимами тогда и только тогда, когда $a_i \neq a_k, a_i \equiv a_k, t_i < t_k$, и обозначается синонимия слов как $(a_i, t_i) \equiv (a_k, t_k)$. Тожественное равенство слова определяет подобие (сходство) структуры и значений признаков денотата. Ошибкой является ситуация, когда наименование денотатов слов, в двух темпоральных трассах графического языка схожие, но значения других признаков сильно разнятся. На практике такая ситуация представлена следующим образом, при анализе диаграмматической модели

визуального языка выявляется структурное подобие слов и имен денотатов, но значения остальных признаков денотатов слов различны. Представлять варианты состава изделий при различных условиях: в исполнении, заменяемости и взаимозаменяемости, в этой ситуации выполнение взаимозаменяемости таких слов в диаграмматической модели визуального языка является ошибкой несоответствия синонимов.

Несоответствие антонимов (денотативная ошибка).

Темпоральные слова визуального языка (a_i, t_i) и (\bar{a}_k, t_k) являются

антонимами тогда и только тогда, когда $\bar{a}_i = -\bar{a}_k, t_i < t_k$, и обозначается

антонимия слов как $(a_i, t_i) \equiv (-a_k, t_k)$. Тожественное противоположность

двух слов определяет подобие (сходство) структуры и противоположность (инверсность) значений признаков денотата. Как правило, слова «Начало» и «Конец» в диаграмматике является антонимами графического языка. Ошибкой является проектная ситуация, когда наименование денотатов слов в двух темпоральных трассах графического языка противоположные (инверсные), но значения других признаков сильно схожие. На практике такая ситуация представлена следующим образом, при анализе диаграмматической модели визуального языка выявляется структурное подобие слов и инверсия имен денотатов, но значения остальных признаков денотатов слов схожие. В этой ситуации выполнение взаимозаменяемости таких слов в диаграмматической модели визуального языка является ошибкой несоответствия антонимов.

Конверсивность отношений заключается в связывании антонимов диаграмматических моделей визуальных языков, описывающих одну и ту же проектную ситуацию, но с разных ролей. Ошибка конверсивности отношений является сигнификативной, т.е. структурной (конструкционной), и определяется как отсутствие этих отношений между антонимами диаграмматических моделей, описывающих одну и ту же проектную ситуацию, но с разных ролей.

Несогласованность объектов является сигнификативной ошибкой. Заключается в отсутствии отношения между зависимыми темпоральными словами.

Заключение

Проведен анализ семантических особенностей диаграмматических моделей гибридных динамических потоков проектных работ в плане их денотативных и сигнификативных представлений с использованием визуальных языков РЦ АСКОН-Волга, BPMN и eEPC. Математическое описание денотатов и сигнификатов диаграмматических моделей визуальных

языков дано, а также представлены таблицы описания денотатов и сигнификатов диаграмматических моделей визуальных языков РЦ АСКОН-Волга, ВРМН и eEPC. Расширен перечень семантических ошибок, встречающихся в потоках работ, четырьмя видами ошибок таких, как Несоответствие синонимов (денотативная ошибка), Несоответствие антонимов (денотативная ошибка), Ошибка конверсивности отношений (сигнификативная ошибка), Несоогласованность объектов (сигнификативная ошибка). В будущих работах предполагается провести исследования методов анализа, контроля, преобразования и интерпретации диаграмматических моделей гибридных динамических потоков проектных работ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-01417. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ульяновской области в рамках научного проекта № 18-47-730032.

Библиографический список

1. Котцова Е.Е. Лексическая семантика в системно-тематическом аспекте. – Архангельск: Помор. гос. ун-т, 2002. – 203 с.
2. Кронгауз М.А. Семантика: учебник для студ. лингв. фак. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия». – 2005. – С. 171.
3. Кобозева И.М. Лингвистическая семантика. – УРСС, 2004.
4. Klein M. Combining and relating ontologies: an analysis of problems and solutions // IJCAI-2001 Workshop on ontologies and information sharing. – 2001. – С. 53-62.
5. Волкова Г.А. Создание «онтологии всего». Проблемы классификации и решения // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2013. – № 16.
6. Митрофанова О.А., Константинова Н.С. Онтологии как системы хранения знаний. – 2015.
7. Euzenat J. et al. Ontology matching. – Heidelberg: Springer, 2007. – Т. 18.
8. Мизогучи Р. Шаг в направлении инженерии онтологий// Новости искусственного интеллекта. – 2000. – № 1-2. – С. 11-36.
9. Малиновский В.П. Использование онтологического подхода при моделировании жизненного цикла знаний в системе корпоративной памяти организации // Новости искусственного интеллекта.–2005. – № 3.– С. 31-41.
10. Workflow Handbook 2005 / Layna Fischer (edit or) // Workflow Management Coalition, 2005.
11. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 560 с.
12. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и оптимизация бизнес-процессов: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 240 с. – URL: <http://www.twirpx.com/file/2204790/> (дата обращения: 28.07.2018).

13. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Грамматико-алгебраический подход к анализу и синтезу диаграмматических моделей гибридных динамических потоков проектных работ // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – № 12. – С. 69-78. – URL: <http://www.radiotec.ru/article/20138> (дата обращения: 28.07.2018)
14. Афанасьев А.Н., Шаров О.Г., Войт Н.Н. Анализ и контроль диаграмматических моделей при проектировании сложных автоматизированных систем, – Ульяновск: УлГТУ, 2016. – 125 с.
15. Afanasyev A., Volt N., Gaynullin R. The Analysis of Diagrammatic Models of Workflows in Design of the Complex Automated Systems // Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry”(IITI'16). – Springer International Publishing, 2016. – С. 227-236.
16. Afanasyev A.N., Volt N.N., Gainullin R.F. Diagrammatic models processing in designing the complex automated systems // Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2016 IEEE 10th International Conference on. – IEEE, 2016. – С. 1-4.
17. Afanasyev A.N. et al. Control of UML diagrams in designing automated systems software // Application of Information and Communication Technologies (AICT), 2015 9th International Conference on. – IEEE, 2015. – С. 285-288.
18. Афанасьев А.Н., Игонин А.Г., Афанасьева Т.В., Войт Н.Н. Использование нейросемантических сетей для автоматизированного проектирования вычислительной техники // Автоматизация. Современные технологии. – 2008. – № 1. – С. 21-24.
19. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Интеллектуальная агентная система анализа моделей потоков проектных работ // Автоматизация процессов управления. – 2015. – № 4. – С. 42.
20. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Автоматная временная грамматика для управления объектами киберфизических систем // В книге: десятая всероссийская мультиконференция по проблемам управления МКПУ-2017. Материалы 10-й Всероссийской мультиконференции. В 3-х томах. Ответственный редактор: И.А. Каляев. – 2017. – С. 20-22.
21. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Уханова М.Е., Ионова И.С., Епифанов В.В. Анализ конструкторско-технологических потоков работ в условиях крупного радиотехнического предприятия // Радиотехника. – 2017. – № 6. – С. 49-58.
22. Самуйлов К.Е., Серебrenникова Н.В., Чукарин А.В., Яркина Н.В. Основы формальных методов описания бизнес-процессов: учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 130 с.