

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ ДИАГРАММАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПОТОКОВ РАБОТ<sup>17</sup>

А.Н. Афанасьев<sup>18</sup>, Н.Н. Войт<sup>19</sup>, В.С. Хородов<sup>20</sup>

Приведены исследования в области актуальности разработки и использования динамических потоков работ, методов и средств их создания. Обозначены основные задачи, возникающие при синтаксическом и семантическом анализе диаграмматических моделей потоков работ

## 1. Введение

Разработка динамических проектных процессов стала одним из новейших направлений в науке «Управление бизнес-процессами (BPM)». Исследователи и практики совершенствуют инструменты, методы и теорию гибкой разработки проектных процессов [1-4]. Идея гибкой разработки проектных процессов была передана в BPM от разработки программного обеспечения, где гибкая разработка программного обеспечения стала установленным термином и методом. В работе [5] приводится базовое определение динамического потока работ при проектировании автоматизированных систем как потока проектных работ, приспособленного к изменениям в окружающей среде.

За последние 20 лет в области управления разработок автоматизированных систем были решены важные проблемы создания, организации, анализа и контроля потоков работ, а также их реализации в практике разработки настоящих систем. В работе [6] дается подробный обзор методов и инструментов для организации потоков работ, которые включают следующие фазы: моделирование потоков работ «как есть»; их

---

<sup>17</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-07-01417 а

<sup>18</sup> 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: a.afanasev@ulstu.ru

<sup>19</sup> 432027, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, УлГТУ, e-mail: n.voit260883@gmail.com

<sup>20</sup> 432071, Ульяновск, ул. Карла Маркса, д. 71, ООО РИТГ, e-mail: v.khorodov73@gmail.com

оптимизация посредством создания модели процесса «чтобы быть»; изменение организационной структуры; «прокрутка» потока работ; усовершенствование процесса. Обсуждается использование систем на этапах разработки потоков работ, таких как ERP-системы, Системы управления Технологическими процессами (WfMS), инструменты моделирования процесса.

## 2. Динамические потоки работ

Динамическая разработка сложных автоматизированных систем связана с адаптацией потоков работ к изменениям в требованиях к системе. Под динамичностью предприятия принято понимать его свойство, обеспечивающее функционирование в динамическом мире [7], и касается двух способностей: 1) приспособиться к изменениям в окружающей среде; 2) обнаружить новые возможности, постоянно появляющиеся в динамическом мире для запуска абсолютно новых продуктов (служб). Становление динамичности требует разработки подхода, который позволяет обнаруживать изменения и воздействовать на них. Потребность в разработке такого подхода появилась как реакция на увеличение степени изменений в требованиях к разработке. Например, в работе [8] автор говорит: “требование изменений на этапах разработки при традиционных методах погружает успешность проекта в болото”.

Ряд известных компаний, например, Whitestein Technologies, Magenta Technologies, SkodaAuto, Volkswagen, Saarlstahl AG отмечают, что первое поколение статических (монолитных) систем управления жизненным циклом изделия и потоками проектных работ [8] больше не удовлетворяет потребностям многих компаний, подход и автоматизированные средства первого поколения стандартизации процессов потоков проектных работ исчерпали свой ресурс и, как следствие, появляются плохо формализованные (неподходящие, содержащие семантические ошибки) процессы, стимулирующие рост затрат на их исправление, развитие и улучшение.

При разработке сложных автоматизированных систем с помощью подходов Scrum, LSPS [9] и других стратегическое соответствие (полнота, адекватность и непротиворечивость) проекта задуманному часто теряется из-за большого объема информации. Чтобы проект соответствовал требованиям заказчика и был успешным, в помощь разработчику предлагается концептуальная модель, дающая общее представление о структуре организации проектного процесса с описанием акторов (сущностей) и их роли, функциях и связи друг с другом.

Выделяют концептуальные модели организации динамических распределенных потоков проектных работ, которые имеют значительные

преимущества перед монолитными (традиционными): SECI [10], схемы Дж. Захмана [11], Rational ADS [11].

К традиционным системам управления потоками работ относят ProBis [12].

К динамическим системам управления потоками проектных работ, согласно работам [13, 14, 15], относят YAWL (Yet Another Workflow Language), iPB.

Во всех подобных системах используются диаграмматические представления потоков работ. При этом решаются задачи анализа структуры (синтаксиса) и смысла (семантики) диаграмм. Так, в работе [16] используются цветные сети Петри для динамического семантического анализа потоков работ, а в работе [17] подход  $\pi$ -Calculus, формализующий потоки работ в алгебраические высказывания логики первого порядка.

### 3. Графические грамматики

В современной теории графических визуальных языков для представления диаграмм используется логическая модель, содержащая графические объекты и связи между ними. Для обработки таких моделей используются графические грамматики. John L. Pfaltz и Azreil Rosenfeld предложили веб-грамматику [18]. Zhang и Costagliola [19, 20] разработали позиционную графическую грамматику, относящуюся к контекстно-свободной грамматике. Wittenberg и Weitzman [21] разработали реляционную графическую грамматику. Zhang и Orgun [22] описали сохраняющую графическую грамматику в своих работах. Однако упомянутые графические грамматики имеют следующие недостатки.

1. Позиционные грамматики, развиваясь на базе плекс-структур, не предполагают использование областей соединения и не могут применяться для графических языков, объекты которых имеют динамически изменяемое количество входов/выходов.

2. Авторы реляционных грамматик оговариваются о несовершенстве механизма нейтрализации в плане неполноты формируемого списка ошибок.

3. Отсутствует контроль семантической целостности (текстовой атрибутики комплексных диаграмматических моделей, представленных на различных визуальных языках), а также семантической согласованности в плане структурных вопросов диаграмм между собой и концептуальной моделью в целом.

4. Общими недостатками вышеописанных грамматик являются: увеличение числа продукций при построении грамматики для неструктурированных графических языков (при неизменном количестве

примитивов графического языка для описания всех вариантов неструктурированности происходит значительное увеличение количества (продукций), сложность построения грамматики, большие временные затраты анализа (анализаторы, построенные на базе рассмотренных грамматик, обладают полиномиальным или экспоненциальным временем анализа диаграмм графических).

В работах [23, 24] для обработки визуальных языков предлагается синтаксически-ориентированный подход на базе семейства RV-грамматик. Однако механизмы анализа и контроля структурных и семантических особенностей диаграмм в плане их целостности и согласованности между собой и концептуальной моделью, в том числе по текстовой атрибутике, отсутствуют.

#### **4. Нейтрализация ошибок**

Задача нейтрализации ошибок и ее решение хорошо отражено в классических работах по компиляторам, например, [25]. Предложен также метод нейтрализации ошибок для RV-грамматик [26]. Однако вопросы нейтрализации для диаграмматических моделей динамических распределенных потоков работ в них не решены.

#### **5. Метакомпиляция**

Метакомпиляция языков программирования и специализированных языков является классической задачей в теории формальных языков и грамматик. Ее решение связано с описанием лексики, синтаксиса и семантики с помощью специальных нотаций. Авторами предлагается аналогичное решение: синтаксис диаграмматических моделей визуальных языков предлагается описать с помощью текстовых правил, учитывающих специфику указанных взаимосвязанных моделей. Отличительной особенностью алгоритма метатрансляции является реализация возможности генерации операций с памятью RV-анализатора.

Трансляция моделей визуального языка в другой целевой язык на основе RV-грамматик решается в работе [27]. Однако задача трансляции нескольких взаимосвязанных диаграмматических моделей потоков работ, представленных на различных языках, в целевой язык не рассматривается.

#### **6. Инструментальные средства**

В наиболее распространенных инструментальных средствах создания и обработки диаграмматических моделей, таких как Microsoft Visio [28], Visual paradigm for UML [29], Aris Toolset [30], IBM Rational

Software Architect (RSA) [31] анализ и контроль диаграмматических моделей производится прямыми методами, требует нескольких «проходов» в зависимости от контролируемого типа ошибки, отсутствует контроль структурных особенностей комплексных диаграмматических моделей, а также семантический контроль целостности и согласованности структурной и текстовой атрибутики связанных диаграмматических моделей динамических потоков работ.

Таким образом, для решения вышеуказанных проблем необходима разработка комплексной системы новых методов, моделей и средств анализа и контроля диаграмматических моделей динамических распределенных потоков работ, обеспечивающей решение поставленных в проекте задач.

### Список литературы

1. Thiemich, C. & Puhmann, F., 2013. An Agile BPM Project Methodology. In BPM Conference. van der
2. Seethamraju, R. & Seethamraju, J., 2009. Enterprise systems and Business Process Agility- A Case Study. In Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences., pp.1-12.
3. Bider, I., Johannesson, P. & Perjons, E., 2010. In Search of the Holy Grail: Integrating social software with BPM. Experience report. In Enterprise, Business-Process and Information Systems Modeling, LNBP, Vol. 50. Springer, pp.1-13.
4. Kindermann, H., 2013. Empowering process participants - the way to a truly agile business process management. [Online] Available at: <http://www.onthemove-conferences.org/index.php/keynotes2013/2013keynotekindermann> [Accessed 15 Augustus 2013].
5. Agile Business Process Development: Why, How and When - Applying Nonaka's theory of knowledge transformation to business process development. <https://www.researchgate.net/publication/266078141>
6. Becker, J., Kugeler, M. & Rosemann, M., eds., 2011. Process Management: A Guide for the Design of Business Processes. 2nd ed. Springer.
7. Sherehiy, B., W., K. & J.K., L., 2007. A review of enterprise agility: Concepts, frameworks, and attributes. International Journal of Industrial Ergonomics, 37, pp.445-60.
8. Highsmith, J., Orr, K. & Cockburn, A., 2000. E-Business Application Delivery, pp. 4-17. [Online] Available at: [www.cutter.com/freestuff/ead0002.pdf](http://www.cutter.com/freestuff/ead0002.pdf).
9. A global Swiss company offering advanced intelligent application software for multiple business sectors. <http://whitestein.com/>
10. Gram Consulting, 2009. "Ba" for Management Development. [Online] Available at: <http://gramconsulting.com/2009/04/ba-for-management-development/>
11. Концептуальное моделирование компьютеризованных систем: учебное пособие / П.И. Соснин. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 198 с.
12. Andersson, T., Andersson-Ceder, A. & Bider, I., 2002. State flow as a way of analyzing business processes-case studies. Logistics Information Management, 15(1), pp.34-45.
13. YAWL Foundation, 2004. YAWL. [Online] Available at: <http://www.yawlfoundation.org/> [Accessed 05 February 2016].
14. Bider, I., 2014. Analysis of Agile Software Development from the Knowledge Transformation Perspective. In Johansson, B., ed. To appear in 13th International

- Conference on Perspectives in Business Informatics Research (BIR 2014). Lund, Sweden. Springer, LNBIP
15. IbisSoft, 2009. iPB Reference Manual. [Online] Available at: <http://docs.ibissoft.se/node/3> [Accessed 05 February 2016].
  16. Jalali, A., Wohed, P. & Ouyang, C., 2012. Aspect Oriented Business Process Modelling with Precedence. In Business Process Model and Notation, LNBIP, Vol. 125. Springer, pp.23-37.
  17. Hasso Plattner Institut. <http://bpt.hpi.uni-potsdam.de>
  18. Fu K. Structural methods of pattern recognition. – Moscow: Mir, 1977. – P.319.
  19. Zhang D. Q., Zhang K. Reserved graph grammar: A specification tool for diagrammatic VPLs //Visual Languages. Proceedings. 1997 IEEE Symposium on. – IEEE. – pp. 284-291 (1997)
  20. Costagliola G., Lucia A.D., Orece S., Tortora G. A parsing methodology for the implementation of visual systems. [Online] Available at: <http://www.dmi.unisa.it/people/costagliola/www/home/papers/method.ps.gz> [Accessed 05 February 2016].
  21. Wittenburg K., Weitzman L. Relational grammars: Theory and practice in a visual language interface for process modeling (1996). [Online] Available at: <http://citeseer.ist.psu.edu/wittenburg96relational.html> [Accessed 05 February 2016].
  22. Zhang K. B., Zhang K., Orgun M. A. Using Graph Grammar to Implement Global Layout for A Visual Programming Language Generation System. (2002)
  23. Шаров О.Г., Афанасьев А. Н. Синтаксически-ориентированная реализация графических языков на основе автоматных графических грамматик // Программирование. – 2005. – №6. – С. 56-66.
  24. Шаров О.Г., Афанасьев А. Н. Методы и средства трансляции графических диаграмм // Программирование. – 2011. – №3. – С. 65-76.
  25. Ахо А.В., Сети Р. Ульман Дж.Д. Компиляторы: Принципы, технологии и инструменты. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
  26. Шаров О.Г., Афанасьев А. Н. Нейтрализация синтаксических ошибок в графических языках / О. Г. Шаров, А. Н. Афанасьев // Программирование. – 2008. – №1. – С. 61-66.
  27. Шаров О.Г., Афанасьев А.Н. Методы и средства трансляции графических диаграмм // Программирование. – 2011. – Т. 37. – № 3. – С. 65-75. <http://elibrary.ru/item.asp?id=16777695>
  28. Roth C. Using Microsoft Visio 2010. – Pearson Education, 2011.
  29. Paradigm V. Visual paradigm for uml //Hong Kong: Visual Paradigm International. Available at: <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/>. Accessed April. – 2010. – Т. 15. – С. 2010.
  30. Santos Jr P. S., Almeida J. P. A., Pianissolla T. L. Uncovering the organisational modelling and business process modelling languages in the ARIS method //International Journal of Business Process Integration and Management. – 2011. – Т. 5. – №. 2. – С. 130-143.
  31. Hoffmann H. P. Deploying model-based systems engineering with IBM® rational® solutions for systems and software engineering //Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2012 IEEE/AIAA 31st. – IEEE, 2012. – С. 1-8. <http://www.standishgroup.com/outline>