

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОМОДЕЛЬНОГО ПОДХОДА К МОДЕЛИРОВАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Аннотация: Представлен опыт моделирования бизнес-процессов. Каждая модель характеризуется некоторыми ограничениями, поэтому для наиболее полного исследования бизнес-процесса целесообразно создать множество моделей путём трансформации исходной модели. Трансформация выполняется с помощью специального инструментального средства – DSM-платформы MetaLanguage.

Ключевые слова: моделирование бизнес-процессов, многомодельный подход, трансформации моделей, DSM-платформа, языковой инструментарий.

Введение

Динамично развивающийся рынок предъявляет все новые и более жесткие требования к реструктуризации предприятий. Реструктуризация предприятий выполняется на основе реинжиниринга бизнес-процессов. Бизнес-процессы могут быть описаны различными моделями (например, графическими, описательными, затратными, имитационными [1]). Для описания бизнес-процессов могут быть использованы различные нотации и инструментальные средства (UML [2], BPEL, BPMN, ARIS [3] и т.д.) и разнообразные методологии (например, компонентная методология реинжиниринга бизнес-процессов на основе построения концептуальной модели предприятия из компонентов, отображаемых в системе управления знаниями [4]). В настоящее время широкое распространение получили виртуальные предприятия и сетевые организации [5]. Таким образом, бизнес-процесс может быть сформирован из компонентов, которые были реализованы в различных организациях и описаны в разных нотациях. Для интеграции различных компонентов следует предварительно выполнить трансформации моделей компонентов бизнес-процессов, описанных в различных нотациях.

Сформированный бизнес-процесс целесообразно рассматривать с разных точек зрения, опираясь на модели, которые основаны на различных математических схемах (например, сети Петри [6, 7, 8] (в том числе и раскрашенные), системы массового обслуживания, цепи Маркова и т.д.). Динамика бизнес-процесса может быть изучена с использованием средств имитации. Таким образом, необходимо уметь трансформировать статические модели бизнес-процессов в модели, описанные в нотациях конкретной системы имитации.

В работе рассматривается бизнес-процесс, модель которого описана с использованием технологии ARIS. Для того чтобы использовать математический аппарат сетей Петри (Petri Net) статическая модель, описанная с помощью нотации ARIS (M_{ARIS}), преобразована в модель, в основе которой лежит математическая схема – сети Петри (M_{PN}). Для трансформации модели была использована DSM-платформа MetaLanguage. Для того чтобы получить динамическую модель, которую можно было бы исследовать методами имитации, модель, описанная в нотации сетей Петри, преобразована с помощью MetaLanguage в модель на языке AnyLogic (M_{AN}). Модель M_{PN} дала возможность исследовать бизнес-процесс, используя математический аппарат сетей Петри (свойство достижимости). Модель M_{AN} , по сути дела, представляет собой временную сеть Петри и предоставляет возможность определить временные интервалы для формирования модели бизнес-процессов, которые лишены рисков (risk-aware business processes).

Модели для описания бизнес-процессов

В работе [1] представлены следующие виды моделей для описания бизнес-процессов:

1. Графические модели, в которых элементы бизнес-процессов представлены в виде графических фигур, например, прямоугольников, ромбов, стрелок.
2. Описательные модели, которые представляют собой пояснительные записи к графическим (или другим) моделям.
3. Затратные модели, в которых определяется распределение затрат на различные работы бизнес-процесса в соответствии с методологией функционально-стоимостного анализа бизнес-процессов.
4. Имитационные модели, используемые для оптимизации операционных характеристик бизнес-процессов. Это динамические модели, которые позволяют выявить временные свойства бизнес-процессов.

Для того чтобы наиболее полно исследовать проектируемый бизнес-процесс, целесообразно рассмотреть различные аспекты, для изучения которых применяются различные виды моделей. Структурные аспекты бизнес-процесса нагляднее всего представляют графические модели. Оценочные аспекты, которые необходимо учитывать для оценки эффективности разрабатываемого бизнес-процесса (стоимость работ, время выполнения различных бизнес-функций, надежность бизнес-процесса), могут быть исследованы с помощью затратных и имитационных моделей.

Для получения той или иной модели существуют различные методы описания бизнес-процессов. Рассмотрим некоторые из них.

Методы описания бизнес-процессов

Одним из наиболее известных методов является метод структурного анализа и проектирования (Structured Analysis and Design Technique, SADT). SADT представляет собой графический (визуальный) язык для описания функциональных систем, который используют при моделировании разнообразных систем. Метод SADT используют для формализации описания функций проектируемой системы, для анализа функций, выполняемых системой, для определения механизмов, с помощью которых они могут осуществляться.

На основе SADT был разработан один из наиболее известных на сегодняшний день методов, а именно – метод функционального моделирования IDEF (Integration Definition for Function Modeling).

В настоящее время метод IDEF является, по сути, стандартом при разработке информационных систем, при описании бизнес-процессов. Метод функционального моделирования позволяет описывать бизнес-процессы в виде иерархии взаимосвязанных функций. Существует целое семейство нотаций IDEF: IDEF0 наиболее часто применяется на начальных стадиях разработки системы управления; IDEF1 используют для моделирования информационных потоков в проектируемой системе; IDEF2 – метод динамического моделирования развития системы, IDEF3 – метод документирования процессов в системе (IDEF3 определяет сценарий и последовательность операций бизнес-процессов) и т.д. IDEF0 – стандарт для функционального моделирования в ряде стран, включая Россию и США, и может рассматриваться как единый язык при проектировании информационных систем.

Еще один популярный метод – UML (Unified Modeling Language). UML – объектно-ориентированный графический язык, который позволяет визуализировать, специфицировать, конструировать и документировать бизнес-процессы в информационных системах. UML – это открытый стандарт, использующий графические обозначения для создания абстрактной модели системы, которую называют UML-моделью. Тем не менее, некоторые авторы считают, что данный метод является достаточно сложным, поскольку требуется отказ от привычных подходов к построению процессов и переходу к объектно-ориентированному мышлению. По замечанию автора [4], диаграммы UML целесообразно использовать для программной реализации проектируемой информационной системы.

В работе [4] указывается, что среди множества методов, которые используются для описания бизнес-процессов, стандартами являются IDEF и UML, а «де-факто» – и ARIS.

В основе методологии ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) лежит концепция интеграции, т.е. ARIS является множеством разнообразных методик, связанных между собой в рамках целостного системного подхода. Методология определяет и отражает в моделях основные элементы организации, процессы, которые протекают на предприятии, любую используемую информацию, а также позволяет определять взаимосвязи между ними.

Правила трансформации ARIS-модели в сеть Петри ($M_{ARIS} \rightarrow M_{PN}$)

Для того чтобы преобразовать модель бизнес-процесса, описанную в нотации ARIS, в соответствующую сеть Петри, необходимо разработать правила трансформации моделей. Эти правила ставят в соответствие элементы одного визуального языка элементам другого визуального языка.

Известно, что сеть Петри, это набор $N = \{P, T, I, O\}$, где

P – подмножество вершин, которые принято называть позициями;

T – подмножество вершин, называющихся переходами;

I – множество входных функций;

O – множество выходных функций.

В графическом представлении вершины-позиции сетей Петри изображаются окружностями, а вершины-переходы – утолщенными линиями. Входные функции представлены дугами, ведущими от позиции к переходу. Выходные функции изображены дугами, которые ведут от перехода к позициям. При моделировании бизнес-процессов с помощью сетей Петри позиции ассоциируются с условиями выполнения перехода. Если в позиции находятся маркеры и их количество больше или равно количеству входных дуг перехода, то это говорит о том, что условие выполнено, и переход может сработать. При срабатывании перехода маркеры передаются по выходным дугам.

В свою очередь, диаграммы в нотации ARIS–eEPC представляют собой описание цепочки процесса, который управляется событиями. Диаграмму в нотации ARIS–eEPC можно представить в виде графа $D = (F, E)$, где F – множество функций процесса; E – множество событий процесса.

Поставив в соответствие каждой функции бизнес-процесса в нотации ARIS–eEPC позицию сети Петри, а каждому событию – переход, можно построить сеть Петри. В общем случае это будет выглядеть так, как показано на рис. 1.

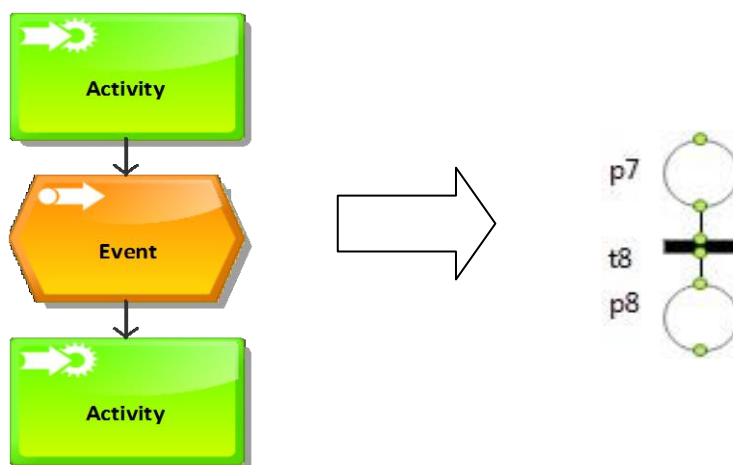


Рис. 1. Трансформация модели в нотации ARIS - eEPC в сеть Петри

В выбранной нотации можно использовать логические операторы. Графическое представление в сетях Петри будет выглядеть так, как показано на рис. 2.

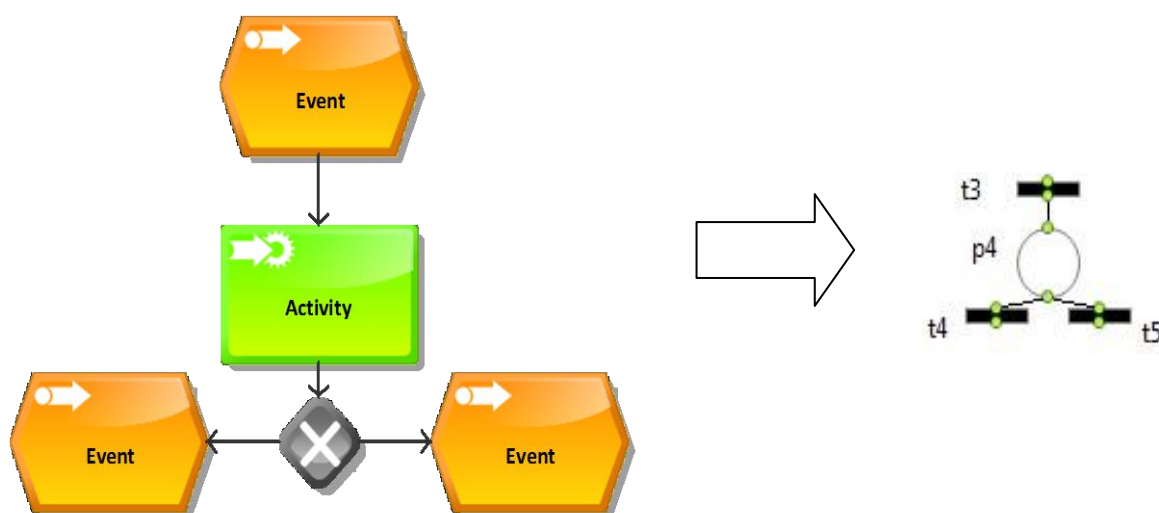


Рис.2. Трансформация логического оператора ARIS-модели в сеть Петри

После формулировки основного предположения, с помощью которого происходит трансформация бизнес-процесса из нотации ARIS–eEPC в сеть Петри, необходимо воспользоваться данным предположением для преобразования модели конкретного бизнес-процесса. В качестве примера был выбран процесс «Оценка результатов обучения студентов».

При моделировании процессов с использованием сетей Петри считается, что позиции являются условием для выполнения некоторого события, ассоциируемого с переходом (наличие соответствующего количества маркеров).

Выполнив декомпозицию бизнес-процесса, описанного в нотации ARIS-eEPC, получим данные, которые можно занести в таблицу (табл. 1).

Таблица 1. Обозначение позиций и переходов в соответствии с моделью бизнес-процесса

Позиция		Переход	
P1	Начало процесса	T1	Оценки знаний студентов занесены в ведомости
P2	Формирование рейтинговых таблиц	T2	Рейтинговые таблицы сформированы
P3	Планирование автоматического расчета рейтинга	T3	График автоматического расчета рейтинга спланирован
P4	Поиск несоответствий в рейтинговых таблицах	T4	Несоответствия не найдены
P5	Исправление найденных несоответствий	T5	Несоответствия найдены
P6	Утверждение рейтинговых таблиц	T6	Несоответствия исправлены
P7	Перевод таблиц в электронный архив	T7	Таблицы утверждены
P8	Размещение рейтинга в открытом доступе	T8	Таблицы переведены в архив базы данных
P9	Выплата стипендии в соответствии с рейтингом	T9	Претензия не поступила
P10	Поиск ошибок в рейтинговой таблице	T10	Претензия от студента поступила
		T11	Стипендия выплачена

Для того чтобы автоматизировать трансформацию бизнес-процессов, описанных в нотации ARIS-eEPC, в сеть Петри, а затем в визуальный язык системы имитации AnyLogic [11, 12] воспользуемся инструментальными средствами DSM-платформы MetaLanguage.



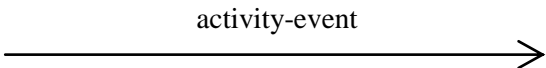
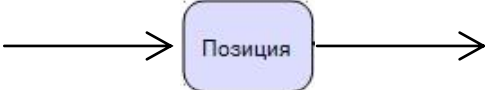


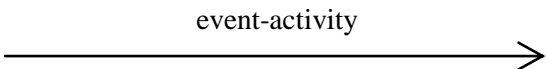



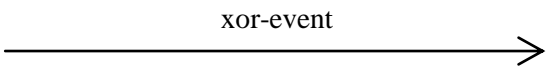
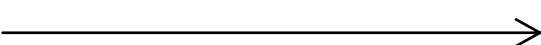
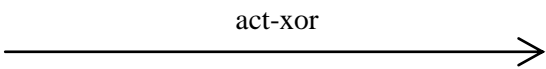
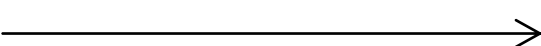
Трансформация моделей в системе MetaLanguage

Система MetaLanguage представляет собой инструментальное средство, предназначенное для создания графических динамически настраиваемых предметно-ориентированных языков моделирования. Предметно-ориентированные языки (Domain-specific Languages, DSL) позволяют приблизить разрабатываемые модели к специфике конкретной предметной области [13]. Кроме того, такие языки являются более высокоуровневыми по сравнению с языками моделирования общего назначения, поэтому оперировать ими могут пользователи, которые не являются профессиональными специалистами в области информационных технологий, программистами или системными аналитиками.

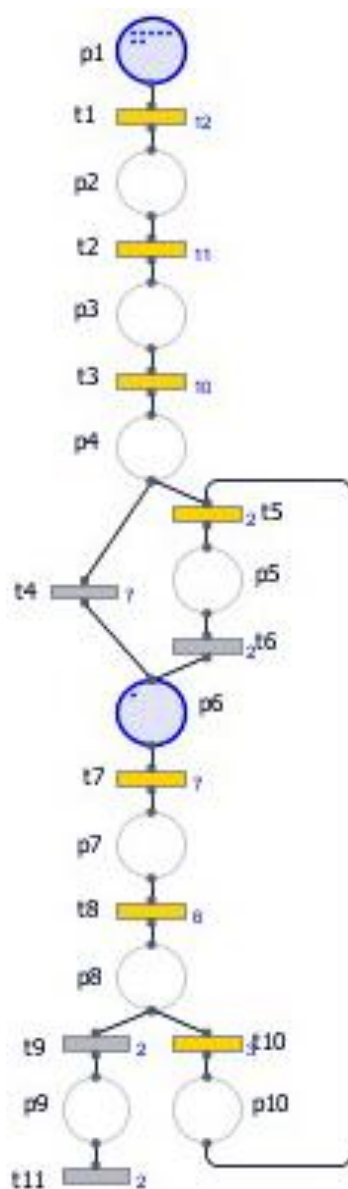
Система MetaLanguage позволяет разрабатывать новые языки моделирования, строить с их помощью модели и выполнять трансформацию созданных моделей с одного языка моделирования на другой (в иные текстовые или графические нотации). Трансформация моделей в MetaLanguage базируется на графовых грамматиках, поэтому для описания трансформации необходимо определить правила преобразования. Правило состоит из двух частей: левая часть – некоторое подмножество элементов исходного языка моделирования, правая часть – подмножество элементов целевого языка моделирования (если выполняется преобразование в графическую нотацию) или шаблон для генерации кода на целевом языке.

Правила преобразования модели в нотации ARIS-eEPC в сеть Петри, описанные в системе MetaLanguage, приведены в табл. 2. Результат применения указанных правил к исходной модели представлен на рис. 3.

Таблица 2. Правила трансформации модели в нотации ARIS-eEPC в сеть Петри

ARIS-eEPC	Сеть Петри
	
	
	
	
	
	
	

С помощью данных правил на основе модели в нотации ARIS-eEPC может быть автоматически сгенерирована сеть Петри. Следующим этапом является преобразование полученной модели в модель системы имитации AnyLogic. Для этого были определены правила трансформации, приведённые в табл. 3.



**Рис.3. Модель сети Петри для бизнес-процесса
«Оценка результатов обучения студентов» в нотации AnyLogic**

Таблица 3. Правила трансформации сети Петри в модель системы AnyLogic

Сеть Петри	AnyLogic
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 80px; height: 40px; background-color: #d1c4e9; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> Позиция </div>	
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 80px; height: 40px; background-color: white; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> Переход </div>	

Аналогичным образом были определены правила и выполнены трансформации модели бизнес-процесса, описанного в нотации UML, в модель, описанную в нотации ARIS–eEPC и в сеть Петри.

Заключение

В работе описан подход, который позволяет исследовать один и тот же бизнес-процесс в разных нотациях (в данном случае, ARIS–eEPC) с помощью различных программных средств. Преобразование одной модели в другую для нескольких типов моделей было выполнено с помощью компонента трансформации системы MetaLanguage, который позволяет выполнять как вертикальные, так и горизонтальные трансформации типов «модель-модель» (с одного визуального языка на другой) и «модель-текст» (генерация текстового описания модели, кода по заданному графическому описанию). Для реализации трансформаций были описаны метамодели соответствующих языков моделирования с помощью редактора графических моделей MetaLanguage, определены с их помощью соответствующие правила преобразования. На основе определённых в системе правил были проведены трансформации моделей.

Данный подход позволяет исследовать проектируемый бизнес-процесс более подробно, с помощью различных средств анализа, использующих разные нотации для описания моделей [14]. Во время изучения свойств проектируемого бизнес-процесса используют преимущества представления моделей бизнес-процессов в той или иной нотации. К исследованию может быть привлечен строгий математический аппарат (например, аппарат сетей Петри) или программные средства имитационного моделирования, которые позволяют построить динамическую модель бизнес-процесса. Такой подход можно назвать многомодельным (полимодельным [15]), и сделать заключение о том, что он повышает качество моделирования бизнес-процессов, позволяет уточнить оценки с помощью различных методов анализа.

Наряду с повышением качества моделирования, подход позволяет интегрировать компоненты бизнес-процессов, разработанных в разных нотациях, в единый бизнес-процесс, что актуально в настоящее время, когда отмечено развитие виртуальных предприятий и сетевых организаций. В настоящей работе интеграция компонентов бизнес-процессов выполняется с помощью DSM-платформы. Предполагается в дальнейших исследованиях применить онтологический подход к трансформации моделей и провести сравнительный анализ этих двух подходов.

Благодарности: Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 14-07-31330-мол_а).

Библиографический список

1. *Фирсова Н.В.* Инструментальные средства описания бизнес-процессов и оценка их применения для целей реинжиниринга // Вестник СПбГУ. – Сер. 8. – Вып. 4. – 2005. С. 100-119.
2. *Вендров А.М.* Современные методы и средства моделирования бизнес-процесса (обзор) // Сб. докладов 7-ой научно-практической конференции «РБП-СУЗ-2004». М.: МЭСИ, 2004. 57 с.
3. *Елиферов В.Г.* Бизнес-процессы: регламентация и управление / *В.Г. Елиферов, В.В. Репин.* М.: ИНФРА М, 2005. – 319 с.
4. *Тельнов Ю.Ф.* Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология. 2-ое изд. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 256 с.
5. *Шилов Н.Г.* Конфигурирование сетевых организаций: сервис-ориентированная архитектура / *Н.Г. Шилов, М.П. Пашкин* // Труды СПИИРАН. – 2010. – Вып. 4(15). – С. 95–106.
6. *Питерсон Дж.* Теория сетей Петри и моделирование систем. – М: Мир, 1984. 264 с.
7. *Котов В.Е.* Сети Петри. – М: Наука, 1984. – 160 с.
8. *Фадин Д.Н.* Методика трансляции графического представления бизнес-процесса предприятия в раскрашенную сеть Петри / *Д.Н. Фадин, Д.В. Александров* // Вестник ТГТУ. – 2007. – Т. 13. – № 2А. – С. 439–444.

9. *Сухов А.О.* Интеграция систем моделирования на основе DSM-платформы с использованием онтологий / *А.О. Сухов, Л.Н. Лядова, Е.Б. Замятина* // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: материалы IV междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БГУИР. – 2014. – С. 375–380.
10. *Замятина Е.Б.* Онтологический подход к построению системы имитации, настраиваемой на конкретную предметную область / *Е.Б. Замятина, Р.А. Михеев* // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: материалы IV междунар. науч.-техн. конф. – Минск: БГУИР. – 2014. – С.369-374
11. *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.
12. *Борицев А.В.* Как строить простые, красивые и полезные модели сложных систем // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 7.
13. *Айзатуллова Р.Р.* Моделирование бизнес-процессов с использованием DSM-платформы MetaLanguage / *Р.Р. Айзатуллова, Л.Н. Лядова, А.О. Сухов, И.М. Шалеева* // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2014. – № 6. – С. 49 54.
14. *Замятина Е.Б.* Мультиязыковое моделирование с использованием DSM платформы MetaLanguage / *Е.Б. Замятина, Л.Н. Лядова, А.О. Сухов* // Информатизация и связь. – 2013. – № 5. – С. 11 14.
15. *Соколов Б.В.* Концептуальные основы квалиметрии моделей и полимодельных комплексов / *Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов* // Имитационное моделирование. Теория и практика: сб.докладов 2 ой Всероссийской науч.-практ. конф. ИММОД-2005. – Т.1. – СПб: ЦНИИТС, 2005. – С. 65–70.

E.B. Zamyatina, A.O. Sukhov, V.Y. Khodyreva

THE EXPERIENCE OF MULTIMODEL APPROACH USE TO BUSINESS- PROCESS MODELING

Abstract: An experience of the business-process modeling is presented. Each of the models has some features and restrictions. Therefore it is necessary to create set of models with transformations of the initial model in order to fulfill the investigations in more complete manner. The transformation of models is carried out with special toolkits – MetaLanguage DSM platform.

Keywords: modeling of business-processes, multimodel approach, model transformations, DSM platform, language workbenches.