

АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКИХ НОТАЦИЙ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аксенова О.П.¹, Аксенов К.А.¹, Антонова А.С.¹, Смолий Е.Ф.¹

¹ ФГАОУ ВПО «Федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19), e-mail: wiper99@mail.ru

В статье рассмотрена задача выбора графической нотации описания процессов предприятия. В работе рассмотрены следующие графические нотации: унифицированный язык моделирования (UML), IDEF0, IDEF3, DFD, EPC, BPMN, графоаналитические схемы. Сравнительный анализ нотаций проведен по двум группам критериев. Первая группа включает описание особенностей технологических, логистических и организационных процессов предприятия. Вторая группа ориентирована на описание типового постоянно действующего бизнес-процесса предприятия по изменению производственных процессов. В результате сравнения нотаций по первой группе критериев выбраны нотации EPC, BPMN и нотация мультиагентного процесса преобразования ресурсов. При сравнении по второй группе критериев выбраны нотации EPC, BPMN и нотация языка UML. Выбранные графические нотации предполагается реализовать в системе имитационного моделирования.

Ключевые слова: имитационное моделирование, бизнес-процесс, графическая нотация, архитектура, программное обеспечение.

THE ANALYSIS OF GRAPHICAL NOTATIONS FOR SIMULATION OF ENTERPRISE BUSINESS PROCESSES

Aksyonova O.P.¹, Aksyonov K.A.¹, Antonova A.S.¹, Smoliy E.F.¹

¹Ural Federal University named after First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19), e-mail: wiper99@mail.ru

The problem of the graphical notation selection for enterprise processes description is presented in the paper. In this work was represented analysis graphical notations: Unified Modeling Language (UML), IDEF0, IDEF3, DFD, EPC, BPMN, graphical analytical schemes. Comparative analysis of the notations has been performed by the use of two criteria groups. The first group includes a description of the features of technological, logistical and organizational enterprise processes. The second group focuses on the description of the standard permanent business process of production processes changing. EPC, BPMN and multi-agent resource conversion processes graphical notations have been chosen as a result of notation comparison via the first criteria group. The comparison via the second criteria group has led to the selection of EPC, BPMN, and UML. Selected graphical notations are supposed to realize in the simulation system.

Key words: simulation, business process, graphical notation, architecture, software.

Введение

Современное развитие систем имитационного моделирования (СИМ) следует тренду активного использования средств визуализации и применения распространенных графических нотаций. Так, системы AnyLogic [9], PowerSim [10] и iThink поддерживают при моделировании непрерывных процессов визуальный язык Dynamo, разработанный Дж. Форрестером. Система AnyLogic для описания дискретных процессов использует State Chart (диаграммы состояний) языка UML. Система BPsim [6] поддерживает диаграммы прецедентов, классов, последовательности и активности языка UML, а также нотацию DFD. CASE-средство All Fusion Modeling Suite позволяет формализовать процесс с помощью нотации IDEF3 и передать это описание в систему имитационного моделирования Arena.

Система моделирования бизнес-процессов ARIS [7] поддерживает большое количество графических нотаций (включая UML, EPC и BPMN), однако имитационное моделирование поддержано только для нотации EPC.

В связи с этим актуальной задачей данного исследования является выбор набора графических нотаций для формализации типового бизнес-процесса промышленного предприятия с целью дальнейшей реализации в современной СИМ.

Требования к графической нотации описания технологических, логистических и организационных процессов предприятия

При выборе графической нотации для описания типового постоянно действующего бизнес-процесса предприятия по изменению производственных процессов (ТБПИ) автоматизированной системы управления предприятием (АСУП) необходимо учитывать две группы требований: 1) возможность представления процессов предприятия (технологических, логистических, организационных); 2) представление сценариев ТБПИ. Рассмотрим наиболее известные графические нотации описания процессов: IDEF0 [2], IDEF3 [2], EPC [5], DFD [2], графоаналитические схемы информационного взаимодействия (ГАС) [1; 3], BPMN [8], язык UML [4].

Первая группа требований при выборе графической нотации включает в себя возможность представления в графическом виде следующих особенностей деятельности предприятия: 1) процесса, операции; 2) одиночных входных и выходных ресурсов; 3) вектора входных и выходных ресурсов; 4) состава процесса (декомпозиция); 5) условия запуска процесса; 6) средств выполнения процесса; 7) ветвлений и слияний процессов; 8) асинхронных и синхронных процессов. К критериям второй группы требований относится возможность представления в графическом виде следующих особенностей ТБПИ: 1) событие (например, инцидент, проблема, запрос и т.д.); 2) роль (элемент организационной структуры) АСУП; 3) элемент сценария действий ТБПИ (операция); 4) последовательность действий сценария (переходы с ветвлениями и синхронизацией); 5) элемент АСУП (элемент информационной системы); 6) элемент документооборота; 7) объектно ориентированное описание архитектуры АСУП. Данные требования формируют как требования к средствам визуализации СИМ, так и к средствам описания базы знаний предметной области ТБПИ АСУП. Ниже представлены результаты анализа нотаций.

В **IDEF0** выглядят одинаково ресурсные потоки и потоки событий (инцидентов, проблем), роли и средства ТБПИ могут быть представлены в виде механизмов. IDEF0 плохо ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения.

В **IDEF3** выглядят одинаково ресурсные потоки и потоки событий (инцидентов, проблем), роли и средства ТБПИ могут быть представлены в виде механизмов. IDEF3 плохо

ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения. IDEF3 хорошо представляет логику синхронных и асинхронных процессов и событий.

В СИМ ARIS для описания процессов используется стандарт EPC (extended Event Driven Process Chain) – «расширенная нотация описания цепочки процесса», управляемого событиями. Процесс в нотации EPC представляет собой последовательность процедур, расположенных в порядке их выполнения.

В EPC хорошо идентифицировать ресурсные потоки и потоки событий, роли и средства ТБПИ разделяются. EPC плохо ориентирована на описание технологических и логистических процессов, в которых используется большое количество разных ресурсов и средств (схемы становятся плохо воспринимаемыми). EPC плохо ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения. EPC поддерживает выход на динамическое моделирование процессов.

В DFD выглядят одинаково ресурсные потоки и потоки событий, роли и средства ТБПИ могут быть представлены в виде внешних сущностей. DFD плохо ориентирована на описание технологических и логистических процессов, в которых используется большое количество разных ресурсов и средств (схемы становятся плохо воспринимаемыми, целесообразнее векторное представление потоков ресурсов и его детализация). DFD хорошо ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения (представление информационных потоков, функций информационной системы, хранилищ данных).

Диаграмма ГАС [1; 3] состоит из набора графических блоков и комментариев к ним, отражающих выполнение функций, закрепленных за соответствующими подразделениями. Все блоки диаграммы связаны друг с другом отношениями передачи данных или управляющих воздействий. ГАС отражает динамику взаимодействия подразделений в процессе функционирования в соответствии с требованиями стандартов серии ИСО 9000. Основу модели информационного взаимодействия составляют классификаторы, представляющие собой структурированное описание функций обеспечения деятельности, функций управления, организационной структуры и бизнес-процессов предприятия.

В ГАС хорошо идентифицировать потоки событий. Роли и средства ТБПИ разделяются и могут быть описаны в виде дорожек и внешних модулей соответственно. ГАС плохо ориентирована на описание технологических и логистических процессов: нет средств формализации потоков ресурсов, нет выхода на описание динамики процессов, нет средств формализации асинхронных и синхронных процессов. ГАС хорошо ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения (представление информационных потоков, функций информационной системы, хранилищ данных).

Нотация **BPMN** (Business Process Model and Notation, нотация и модель бизнес-процессов) [8] предназначена для описания диаграмм бизнес-процессов, понятных как техническим специалистам, так и бизнес-пользователям. Графические аспекты нотации разделены по конкретным категориям. Совокупность категорий нотации невелика, что позволяет читателю схемы BPMN легко узнавать основные типы элементов и облегчает понимание схемы. Выделяют четыре основные категории элементов нотации [8]: 1) объекты потока управления – события (инициаторы действия или результаты действия), действия (задачи, подзадачи) и логические операторы (точки принятия решений); 2) артефакты – группа (объединение действий без влияния на поток управления), аннотация, объект данных (информационные данные и документооборот); 3) роли – пул (область организации различных действий в категории со сходной функциональностью), дорожка (часть пула); 4) соединители – поток процесса (задает порядок выполнения действий), сопоставление (ассоциирование артефактов или данных с объектами потока управления), поток сообщений.

В **BPMN** хорошо идентифицировать потоки событий. Роли и средства ТБПИ разделяются и могут быть описаны в виде дорожек и внешних модулей соответственно. BPMN не ориентирована на описание ресурсных потоков, что затрудняет описание технологических и логистических процессов, использующих большое количество разных ресурсов. BPMN хорошо ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения. BPMN хорошо представляет логику синхронных и асинхронных процессов и событий, поддерживает выход на динамическое моделирование процессов.

В **UML** потоки событий могут быть представлены как информационные потоки (с использованием диаграмм активности, состояний или последовательности), роли и средства ТБПИ могут быть представлены в виде акторов. UML плохо ориентирована на описание технологических и логистических процессов: нет средств формализации потоков ресурсов и средств, выход на описание динамики процессов имеется только у диаграмм активности и состояний, нет средств формализации асинхронных и синхронных процессов. UML хорошо ориентирована на описание архитектуры программного обеспечения и поддерживает объектно ориентированный подход.

Для описания процессов предприятия (технологических, логистических, организационных) предлагается использовать расширяемую нотацию мультиагентных процессов преобразования ресурсов (МППР), интегрированную на основе нотаций IDEF0, IDEF3, EPC и диаграмм активности языка UML. Данная нотация реализована в мультиагентной СИМ BPsim. На рис. 1 и 2 показан бизнес-процесс обслуживания клиентов в нотации BPMN и МППР.

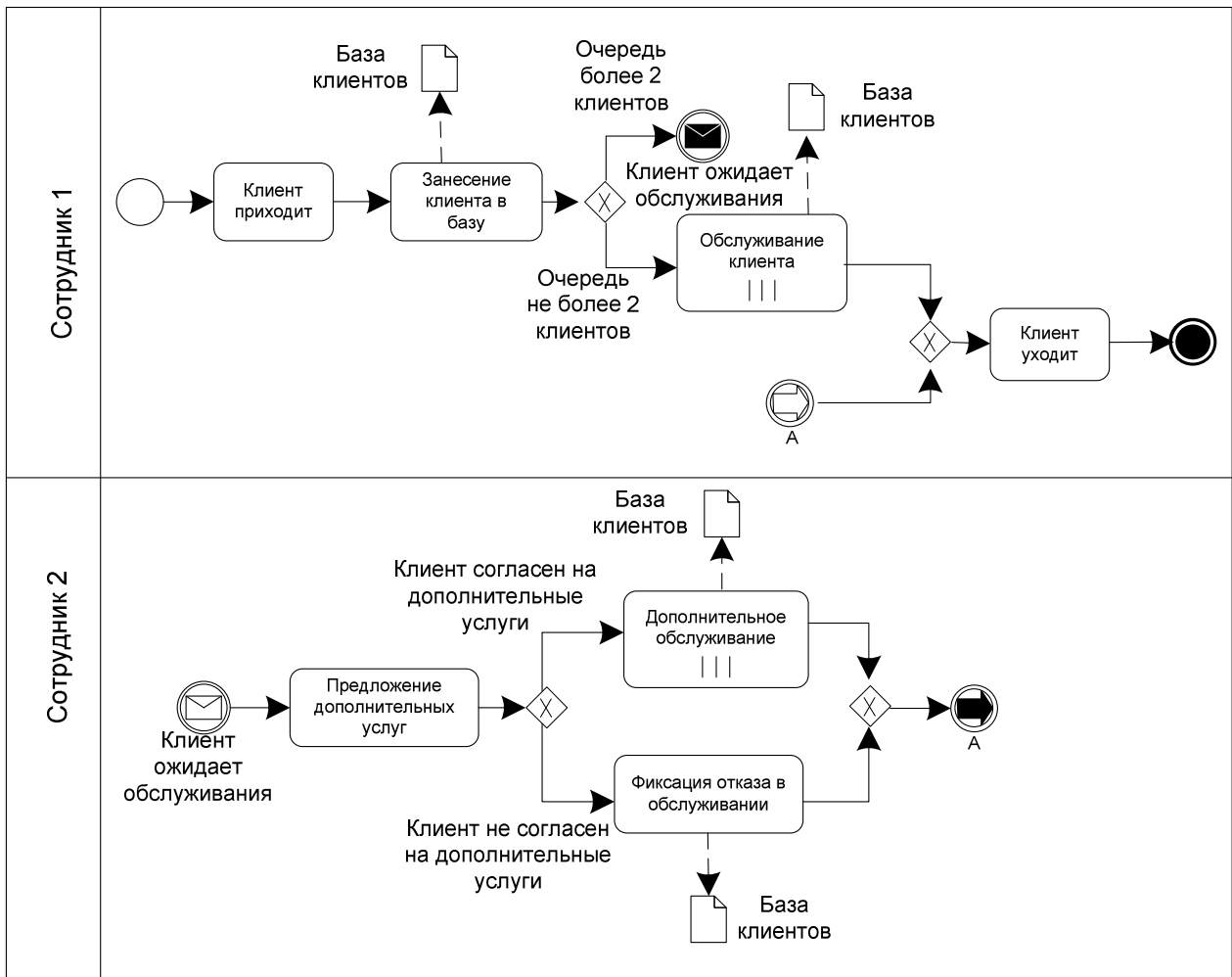


Рис. 1. Представление процесса в нотации BPMN

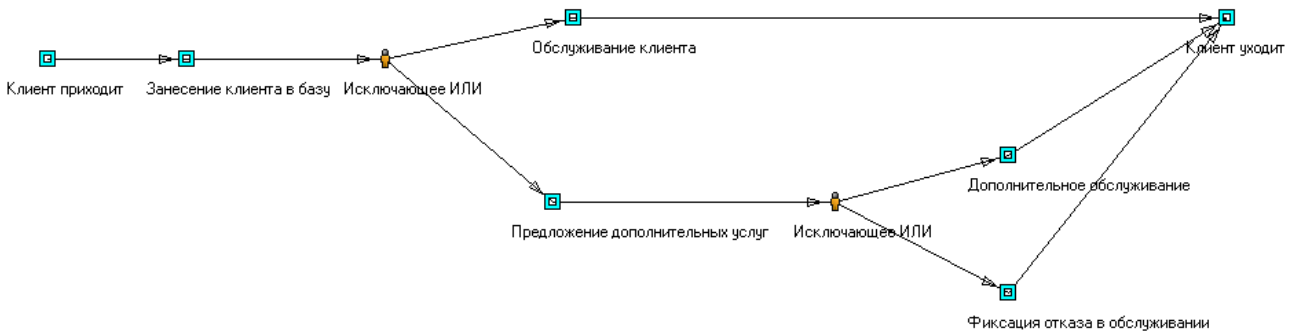


Рис. 2. Представление процесса в нотации МППР

Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Возможность представления в графической нотации:	IDEF0	IDEF3	DFD	EPC	ГАС	BPMN	UML
Критерии описания процессов (технологических, логистических, организационных)							

Возможность представления в графической нотации:	IDEF0	IDEF3	DFD	ЕРС	ГАС	ВРМН	UML
Критерии описания процессов (технологических, логистических, организационных)							
Процесса, операции	+	+	+	+	+	+	+
Одиночных входных и выходных ресурсов	+	НЕТ	+	+	НЕТ	НЕТ	НЕТ
Вектора входных и выходных ресурсов	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
Состав процесса (декомпозиция)	+	+	+	+	НЕТ	+	+
Условия запуска процесса	НЕТ	+	НЕТ	+	+	+	+
Средства выполнения процесса	+	НЕТ	+	+	+	+	НЕТ
Ветвлений и слияний процессов	НЕТ	+	НЕТ	+	+	+	+
Асинхронных и синхронных процессов	НЕТ	+	НЕТ	+	НЕТ	+	НЕТ
Представление элементов внешней среды в виде отдельных блоков (например, модулей подсистемы)	НЕТ	НЕТ	+	+	+	+	+
Элемент организационной структуры	+	НЕТ	+	+	+	+	+
Критерии описания ТБПИ							
Событие (например, инцидент, проблема, запрос и т.д.)	НЕТ	+	НЕТ	+	+	+	+
Роль АС ВМП	+	НЕТ	+	+	+	+	+
Элемент сценария действий (операция)	+	+	+	+	+	+	+
Последовательность действий, сценарий (переходы с ветвлениями и синхронизацией)	НЕТ	+	НЕТ	+	НЕТ	+	+
Поток ресурсов	+	НЕТ	+	+	НЕТ	НЕТ	НЕТ
Элемент АС ВМП (элемент информационной системы)	НЕТ	НЕТ	+	+	+	+	+
Элемент документооборота (бумажного, электронного)	+	+	+	+	+	+	+
Выход на динамическое моделирование выполнения сценария	НЕТ	НЕТ	НЕТ	+	НЕТ	+	НЕТ
Объектно ориентированное описание архитектуры АС ВМП	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ	+

Проведенный сравнительный анализ позволяет сделать следующие выводы:

- 1) полный перечень особенностей описания процессов (технологических, логистических, организационных) ни один из стандартов не обеспечивает;
- 2) наиболее полное представление о процессах предприятия имеет стандарт ЕРС;
- 3) только стандарты IDEF0, DFD и ЕРС поддерживают описание потока ресурсов;
- 4) ни одна нотация не поддерживает описание вектора потока ресурсов;

- 5) только стандарты IDEF3, BPMN и UML позволяют в графике отобразить синхронные и асинхронные процессы;
- 6) наиболее полное представление о ТБПИ имеют стандарты EPC, BPMN и UML;
- 7) только язык UML поддерживает объектно ориентированное описание архитектуры АСУП.

Соответствие основных элементов имитационной модели МППР [6] и визуальным элементам графических нотаций показано в таблице 2.

Таблица 2.

Элемент МППР	EPC	BPMN
1. Ресурсы, заявки	Склад	Событие, артефакт
2. Средство	Средство, роль	Роль
3. Операция, источник и приемник ресурсов	Функция	Действие
4. Перекресток	Логический оператор	Логический оператор
5. Условия запуска операций	Событие	Событие
6. Параметр	Склад	Артефакт
7. Процесс	Декомпозированная функция	Пул с цепочкой действий
8. Агент	-	-
9. Связь, поток ресурсов	Связь (поток)	Связь (поток)

Как видно из таблицы, графические нотации не позволяют установить однозначное соответствие элементу Агент модели МППР (модель лица, принимающего решения) в силу того, что агент имеет как активную составляющую в виде модели поведения, так и пассивную в виде набора целей. Если цель моделирования требует детально представить модель агента в виде схемы в одной из нотаций, то такая схема будет состоять из совокупности различных элементов.

Заключение

В результате проведенного анализа графических нотаций было принято решение о выборе стандартов EPC, BPMN и UML для описания типового бизнес-процесса использования АСУП. Стандарты EPC и BPMN предполагается использовать для формализации и проведения динамического моделирования выполнения сценариев в рамках ТБПИ. Стандарт UML предполагается использовать для объектно ориентированного описания архитектуры АСУП. Для описания процессов предприятия (технологических, логистических, организационных) предлагается использовать нотацию мультиагентных процессов преобразования ресурсов, построенную в результате интеграции нотаций IDEF0, IDEF3, EPC и диаграмм активности языка UML.

Список литературы

1. Волков В.Н. Информационное взаимодействие подразделений в АСУ промышленными предприятиями с единичным и мелкосерийным типом производства : автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Орел, 2007.
2. Калянов Г.Н. CASE структурный системный анализ (автоматизация и применение). - М. : Лори, 1996. - 242 с.
3. Михелев М.В., Маторин С.И. Формализация бизнеса с помощью графоаналитических моделей // Научные ведомости БелГУ. Сер. Информатика. 2009. – № 1 (56). – Вып. № 9/1. – С. 86-94.
4. Смирнова Г.Н. Проектирование экономических информационных систем : учебник / Г.Н. Смирнова, А.А. Сорокин, Ю.Ф. Тельнов. - М. : Финансы и статистика, 2001. - 512 с.
5. Шеер А.В. Моделирование бизнес-процессов. - М. : Весть-Метатехнология, 2000. - 205 с.
6. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Dorosinskiy L.G., Smoliy E.F., Aksyonova O.P., Antonova A.S. and Spitsina I.A. (2011). Decision Support Systems Application to Business Processes at Enterprises in Russia, Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges in Multidisciplinary Domains, Chiang Jao (Ed.), ISBN: 978-953-307-441-2, InTech. - URL: <http://www.intechopen.com/articles/show/title/decision-support-systems-application-to-business-processes-at-enterprises-in-russia>. - pp. 83-108. (дата обращения: 30 июня 2013).
7. ARIS Platform. - URL: http://www.softwareag.com/corporate/products/aris_platform/default.asp (дата обращения: 30 июня 2013).
8. Business Process Model Notation. - URL: <http://www.bpmn.org/> (дата обращения: 30 июня 2013).
9. MultiMethod simulation software. - URL: <http://www.anylogic.com/> (дата обращения: 30 июня 2013).
10. PowerSim software. - URL: <http://www.powersim.com/> (дата обращения: 30 июня 2013).

Рецензенты:

Поршнев Сергей Владимирович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой радиоэлектроники информационных систем, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург.

Доросинский Леонид Григорьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационных технологий, ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург.