

УДК 004.43+004.4'236

МУЛЬТИЯЗЫКОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DSM-ПЛАТФОРМЫ METALANGUAGE

Е.Б. Замятина, Л.Н. Лядова, А.О. Сухов

Введение

Для решения различных задач, связанных с поддержкой управления, используются информационные и аналитические системы, созданные с применением технологий, основу которых составляют модели. Модели разрабатываются с использованием различных инструментальных средств. При этом выбор инструментальных средств зачастую определяет и выбор языка моделирования. Таким образом, используемый инструментарий фактически «навязывает» разработчикам и пользователям определённый язык. Кроме того, часто отсутствует возможность использования ранее созданных моделей из-за невозможности или трудоёмкости их преобразования при переходе к новым средствам моделирования.

Максимальная гибкость средств моделирования достигается при реализации многоуровневых моделей, описывающих моделируемые системы с разных точек зрения и с разной степенью детализации с использованием языков моделирования, соответствующих особенностям предметных областей и решаемых пользователями задач. Мультиязыковые системы могут быть созданы на основе DSM-платформы (DSM – Domain Specific Modeling), основное назначение которой – разработка высокоуровневых предметно-ориентированных языков (DSL – Domain Specific Language), предназначенных для создания моделей, ориентированных на решение задач в различных предметных областях. При создании DSL могут быть учтены не только особенности предметной области, но и квалификация пользователей. Создание таких средств обеспечивает основу для интеграции различных систем на основе моделей [1, 5, 6].

Языковой инструментарий MetaLanguage

В рамках поставленной проблемы, должен быть решён комплекс задач по созданию DSM-платформы, удовлетворяющей следующим требованиям:

- возможность построения языков моделирования для широкого спектра предметных областей и ре-

шаемых задач;

- возможность многоуровневого и мультиязыкового моделирования;
- возможность динамического изменения языков моделирования с поддержанием в согласованном состоянии метамodelей и моделей;
- возможность экспорта и импорта построенных моделей.

Одно из ключевых требований – доступность инструментария для различных категорий пользователей: профессиональных разработчиков (программистов, системных аналитиков и др.) и экспертов в предметных областях, конечных пользователей (бизнес-аналитиков и пр.).

Перечисленные требования в полном объёме в настоящее время не реализуются ни в одной из существующих DSM-платформ [4]. Языковой инструментарий MetaLanguage ориентирован на решение поставленных задач [2, 3, 8].

На первом этапе разработки моделей в языковом инструментарии MetaLanguage необходимо создать новую **метамодель**. Метамодель в данном случае – это предметно-ориентированный язык моделирования, который используется для создания моделей, ориентированных на решение конкретных задач. Построение метамодели выполняется с помощью редактора моделей. При создании метамодели в первую очередь определяются **базовые конструкции языка**. Базовыми элементами, которые используются в MetaLanguage для создания метамodelей (DSL), являются **сущность, отношение, ограничение**. В процессе создания DSL определяются сущности метамодели, отношения между ними, задаются ограничения, налагаемые на сущности и отношения. После построения метамодели разработчик получает в распоряжение расширяемый, динамически настраиваемый визуальный язык моделирования.

Используя полученный DSL, пользователи могут создавать **модели**, содержащие объекты, описывающие конкретные сущности предметной области и связи между



Рис. 1. Метамоделю языка описания СМО

ними. При разработке моделей выполняется их **валидация** (проверка, удовлетворяет ли модель ограничениям, которые были заданы для сущностей и отношений при создании метамодели).

Разработанный DSL может использоваться в качестве метаязыка – на его основе может быть создана **иерархия языков**, позволяющих работать с моделями различных уровней абстракции, ориентированных на решение различных задач разными категориями пользователей. При внесении изменений в метамодель система автоматически внесёт все необходимые изменения в модели, созданные с помощью этой метамодели.

Средства **трансформации** позволяют в соответствии с заданными правилами трансформаций (вертикальных и горизонтальных), созданными в той же среде, преобразовать модели [2, 8]. Таким образом, разработанная модель может быть переведена на нужный язык и передана во внешние системы для решения соответствующих задач. Пользователь может сохранить построенные метамодели и модели в виде XML-файлов, сгенерировать на их основе документацию к системе.

Специальные средства позволяют при необходимости выполнить поиск наиболее подходящих моделей в репозитории на основе созданных онтологий [7].

Многоуровневое моделирование систем массового обслуживания с помощью MetaLanguage

Системы массового обслуживания (СМО) широко используются для анализа характеристик бизнес-систем в различных областях. При этом для исследования используются различные методы и средства (статистический анализ, имитационное моделирование). Рассмотрим пример разработки языка моделирования систем массового обслуживания

в системе MetaLanguage (из-за ограничений объёма публикации приведён упрощённый вариант описания языка). На рис. 1 приведена метамодель языка описания СМО, созданная на первом этапе моделирования.

Метамоделю языка описания СМО содержит следующие *сущности*:

- «Генератор» – сущность, отвечающая за генерацию потока заявок на обслуживание в системе (транзактов). Интервалы между поступлениями заявок – случайные величины, имеющие заданное распределение.
- «Очередь» – сущность, представляющая множество заявок, ожидающих обслуживания на соответствующем устройстве.
- «Обслуживающее устройство» – сущность, отвечающая за обслуживание заявок.
- «Размножитель» – сущность, позволяющая создать несколько копий заявки, каждая из которых будет претендовать на обслуживание.
- «Коллектор» – сущность, позволяющая объединить несколько потоков заявок в один поток.
- «Терминатор» – сущность, удаляющая заявки из модели.
- «Распределение» – абстрактная сущность, являющаяся родительской для сущностей «Нормальное распределение», «Равномерное распределение», «Распределение Стьюдента» и др.

Как видно из рис. 1, метамодель содержит следующие **отношения ассоциации**:

- Однонаправленное отношение ассоциации «Создаёт транзакты» показывает, что после создания заявок они могут быть помещены в некоторую очередь или быть разделены на несколько потоков.

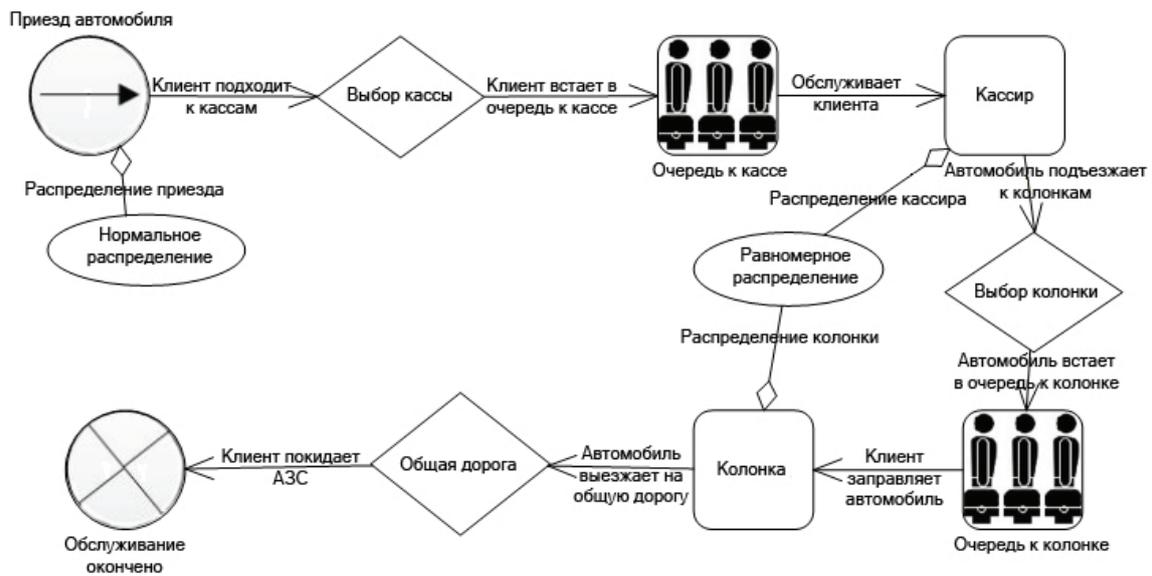


Рис. 2. Метамодел предметно-ориентированного языка моделирования работы автозаправочной станции на основе СМО

- Двухнаправленное отношение ассоциации «Обслуживает транзакты» задаёт устройство, которое обрабатывает заявки, находящиеся в очереди, и показывает их перемещение после обслуживания.
- Однонаправленное отношение ассоциации «Передаёт транзакты» позволяет разделить заявки на несколько потоков.
- Однонаправленное отношение ассоциации «Объединяет потоки» указывает, какой коллектор объединяет потоки заявок на обслуживание после их обработки несколькими обслуживающими устройствами.
- Однонаправленное отношение ассоциации «Разделяет транзакты» позволяет указать, в какие очереди должны быть помещены заявки после их разделения на несколько потоков.
- Однонаправленное отношение ассоциации «Удаляет транзакты» показывает, что после обслуживания или объединения заявки должны быть удалены из модели.

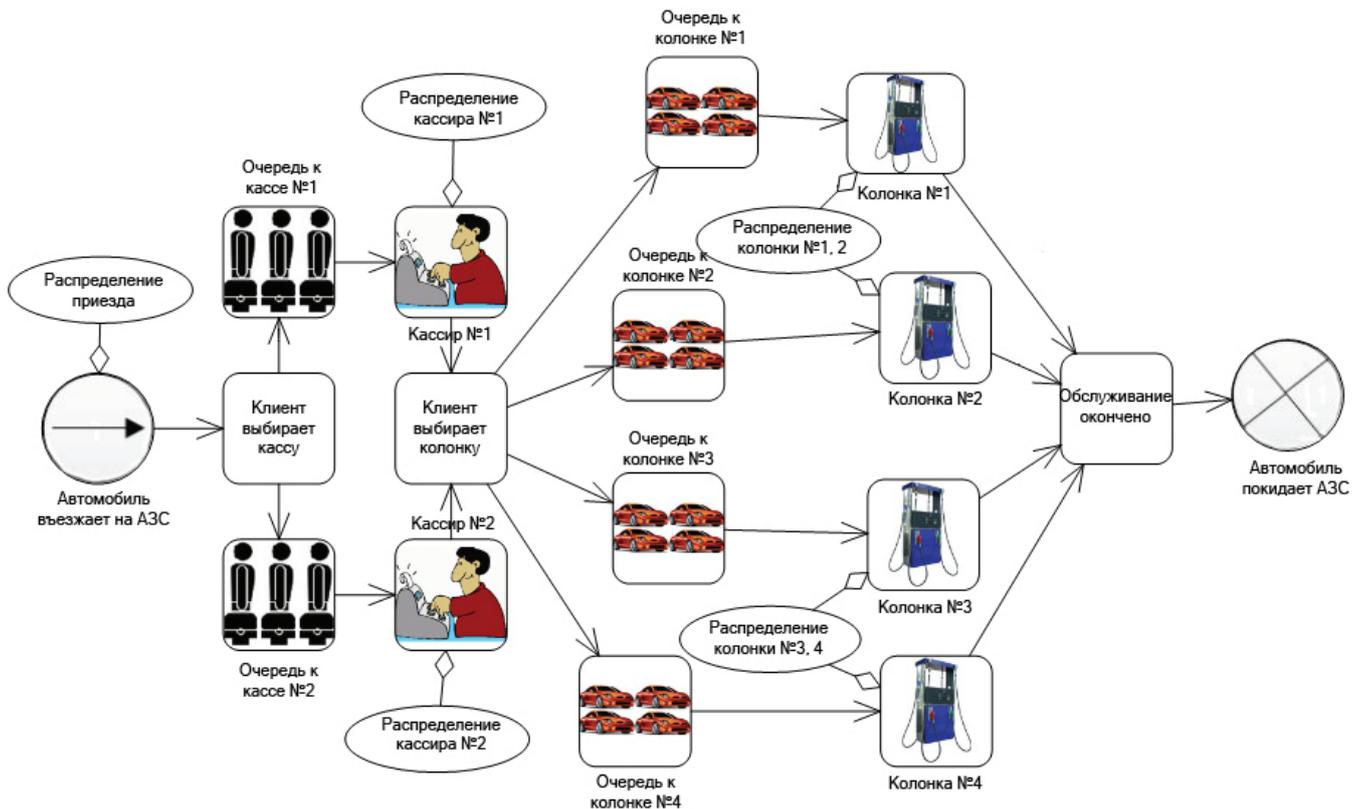


Рис. 3. Модель автозаправочной станции, описанная с использованием предметно-ориентированного языка моделирования СМО

Мета модель языка моделирования СМО также содержит три отношения наследования «Является», которые соединяют абстрактную сущность «Распределение» с дочерними сущностями «Нормальное распределение», «Равномерное распределение», «Распределение Стюдента». Дочерние сущности наследуют все отношения сущности-родителя. Агрегация «Имеет распределение» позволяет задать распределение, в соответствии с которым выполняется генерация новых заявок (транзактов) и/или их обслуживание.

Определим на основе общецелевого языка описания СМО предметно-ориентированный язык моделирования работы автозаправочной станции. Мета модель такого DSL представлена на рис. 2. Поскольку в качестве метаязыка для построения предметно-ориентированного языка моделирования работы автозаправочной станции был использован определённый ранее общецелевой язык, то мета модель DSL выполнена в нотации конкретного синтаксиса этого общецелевого языка.

Пример модели автозаправочной станции, созданной с использованием предметно-ориентированного языка моделирования СМО, представлен на рис. 3. Как видно из рис. 2 и рис. 3, описание модели производится в при-

вычных для экспертов терминах предметной области, никак не связанных с особенностями какой-либо системы имитационного моделирования.

Система MetaLanguage позволяет выполнить преобразование построенных моделей – перевести их на язык моделирования той системы, в которой предполагается провести имитационный эксперимент. Правила трансформации задаются в той же среде, в которой разрабатываются предметно-ориентированные языки и строятся модели с их использованием.

Заключение

Представленный языковой инструментарий MetaLanguage является достаточно удобным и гибким инструментом разработки языков моделирования и правил преобразования моделей, созданных с использованием этих языков. Средства трансформации моделей – это основа для реализации средств мультиязыкового моделирования, интеграции различных систем, использующих модели для решения прикладных задач.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 12-07-00763-а и № 12-07-00302-а) и Министерства образования и науки (проект № 8.5782.2011).

Список литературы:

1. **Замятина Е.Б., Лядова Л.Н., Сухов А.О.** Интеграция информационных систем и систем имитационного моделирования на основе многоуровневых моделей // Технологии разработки информационных систем (ТРИС-2013): материалы конференции. Том 1. – Таганрог: Изд-во Технологического института ЮФУ, 2013. С. 61-70.
2. **Лядова Л.Н., Серый А.П., Сухов А.О.** Подходы к описанию вертикальных и горизонтальных трансформаций метамоделей // Математика программных систем: межвуз. сб. науч. ст. – 2012. – Вып. 9. – С. 33-49.
3. **Сухов А.О.** Инструментальные средства создания визуальных предметно-ориентированных языков моделирования // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (ч. 4). – С. 848-852.
4. **Сухов А.О.** Сравнение систем разработки визуальных предметно-ориентированных языков // Математика программных систем: межвуз. сб. науч. ст. – 2012. – Вып. 9. – С. 84-111.
5. **Balasubramanian K., Schmidt D.C., Molnar Z., Ledeczi A.** Component-Based System Integration via (Meta)Model Composition // Proceedings of the 14th Annual IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems (ECBS'07). Tucson, Arizona. March 26-29, 2007. P. 93-102.
6. **Bräuer M., Lochmann H.** Towards Semantic Integration of Multiple Domain-Specific Languages Using Ontological Foundations // Proceedings of the 4th International Workshop on (Software) Language Engineering (ATEM'07), Nashville, 2007. 15 pp.
7. **Elokhov E., Uzunova E., Valeev M., Yugov A., Lanin V.** An Approach to the Selection of DSL Based on Corpus of Domain-Specific Documents // Proc. of the 7th Spring/Summer Young Researchers' Colloquium on Software Engineering. М.: Изд-во Инст. сист. прогн. РАН, 2013. – P. 139-143.
8. **Sukhov A.O., Lyadova L.N.** Horizontal Transformations of Visual Models in MetaLanguage System // Proc. of the 7th Spring/Summer Young Researchers' Colloquium on Software Engineering. М.: Изд-во Инст. сист. прогн. РАН, 2013. – P. 31-40.