

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ UML-ДИАГРАММ В СИСТЕМЕ СИМ-UML

Г. Н. Хубаев, С. М. Щербаков (Ростов-на-Дону)

Известно, что на любой деловой процесс оказывает влияние множество случайных факторов. Именно поэтому для адекватного моделирования бизнес-процессов широко используются имитационные модели. Имитационная модель позволяет, во-первых, получать оценку затрат трудовых и иных ресурсов на исполнение деловых процессов, во-вторых, анализировать чувствительность для изучения влияния различных факторов на характеристики процесса, в-третьих, планировать и проводить имитационный эксперимент для оптимизации определяющих параметров делового процесса.

Рассмотрим особенности автоматизированной генерации имитационных моделей в системе СИМ-UML [3, 4]. Разработанная нами система позволяет реализовать интеграцию визуального и имитационного моделирования и с минимальными трудозатратами строить имитационные модели различных деловых процессов. Так, построив в редакторе системы визуальную UML-модель и задав на диаграмме количественные параметры анализируемого процесса, исследователь практически сразу может получить результаты имитационного моделирования. Кроме того, изменив структуру и количественные характеристики делового процесса на UML-диаграмме, исследователь может вновь провести имитационное моделирование и получить количественную оценку результатов реинжиниринга рассматриваемого процесса, например, с точки зрения затрат трудовых и материальных ресурсов. Важнейшим преимуществом системы СИМ-UML является возможность за счет автоматизации формирования программного кода многократно снизить затраты труда на построение имитационной модели.

Выбор унифицированного языка моделирования UML как основы для построения имитационных моделей обусловлен его известными преимуществами по сравнению с альтернативными средствами визуального моделирования:

- гибкостью и универсальностью. Средства языка можно использовать для решения задач анализа, моделирования и проектирования процессов и систем в различных предметных областях;
- наличием визуальных средств, позволяющих рассматривать моделируемую систему: с разных сторон (в том числе ее структурных и динамических аспектов); на разном уровне детализации; на разных этапах анализа, проектирования и разработки;
- возможностью расширения, что позволяет адаптировать средства языка для эффективного решения задач моделирования в конкретной области;
- объектно-ориентированными принципами построения языка, соответствующими специфике имитационного моделирования.

Интеграция визуального и имитационного моделирования на основе языка UML предполагает, что:

- 1) с помощью выбранного подмножества диаграмм языка UML и их элементов специфицируются структурные и поведенческие аспекты моделируемой системы;
- 2) количественные компоненты (переменные имитационной модели) описывают частотные, временные и вероятностные параметры процесса с учетом их случайного характера;
- 3) взаимосвязанная совокупность визуальных и количественных компонентов служит основой для проведения имитационного моделирования.

Реализация концепции интеграции визуального и имитационного моделирования требует формирования конкретной совокупности визуальных и количественных компонентов, используемых для моделирования – метамодели интеграции визуального

и имитационного моделирования. Метамодель определяет: состав используемых диаграмм языка UML и их элементов, способы их связи между собой; виды переменных; способы интеграции количественных и качественных компонентов модели; назначение компонентов модели для представления различных аспектов деловых процессов. На рис. 1 представлены основные компоненты модели в системе СИМ-UML.

В процессе автоматизированного синтеза имитационных моделей на основе диаграмм языка UML и количественных компонентов (переменных модели) формируется программный код имитационной модели, при этом каждому компоненту модели соответствует сгенерированный фрагмент программного кода. Структура диаграмм UML и взаимосвязи компонентов служат основой структуры программного кода имитационной модели. Например, диаграмма деятельности определяет последовательность и состав команд в соответствующей функции, представляющей деловой процесс. Реализован прямой перенос логики диаграммы, обеспечивающий существенное упрощение генерации кода. Дальнейшее построение программного кода предполагает его сборку из сгенерированных фрагментов [2].

Преимуществом предложенного подхода является возможность расширять состав компонентов и соответствующие элементы имитационной программы, не затрагивая основных принципов метода и алгоритмов его реализации.

Совокупность функций системы СИМ-UML можно условно разделить на несколько групп в соответствии с направлениями использования системы имитационного моделирования.

Первая группа «Построение количественных компонентов модели» включает следующие функции: построение перечня переменных модели; моделирование случайной суммы случайных величин; моделирование переменных, заданных таблично (дискретный или непрерывный эмпирический закон распределения); поддержка модельного времени и расчет интегральных значений по периоду моделирования (эти средства позволяют, например, оценивать NPV инвестиционного проекта); экспорт модели в MS Word для документирования.

Группа «Графическое конструирование UML-диаграмм» содержит функции: создание UML-диаграмм (встроенный графический конструктор системы позволяет построить диаграммы, связать их между собой и определить количественные параметры деловых процессов, представленных на диаграммах); поддержка дорожек, позволяющих определить исполнителей операций делового процесса и отследить затраты труда по исполнителям; моделирование параллельных ветвей исполнения процесса; моделирование вложенных процессов (блок подпроцесса, дающий возможность моделировать вызов дочернего процесса при выполнении родительского процесса); моделирование параметров процессов (предусмотрена возможность определения случайных количественных параметров делового процесса в виде переменных, например, объем поставки товара); проверка корректности диаграмм.

Группа «Формирование программного кода и проведение имитационного моделирования» объединяет функции: автоматическая генерация программного кода модели; планирование и реализация имитационного эксперимента и др.

Группа «Анализ результатов имитационного моделирования» включает функции: получение основных статистических характеристик выходного параметра (рассчитываются основные статистические характеристики: среднее значение, дисперсия, коэффициент вариации, минимальное и максимальное значения, асимметрия, эксцесс, мода или модальный интервал и др.); построение гистограмм значений выходных параметров моделирования для оценки формы закона распределения; сохранение результатов моделирования в виде переменной модели; экспорт результатов в MS Word и MS Excel для дальнейшей обработки и документирования.

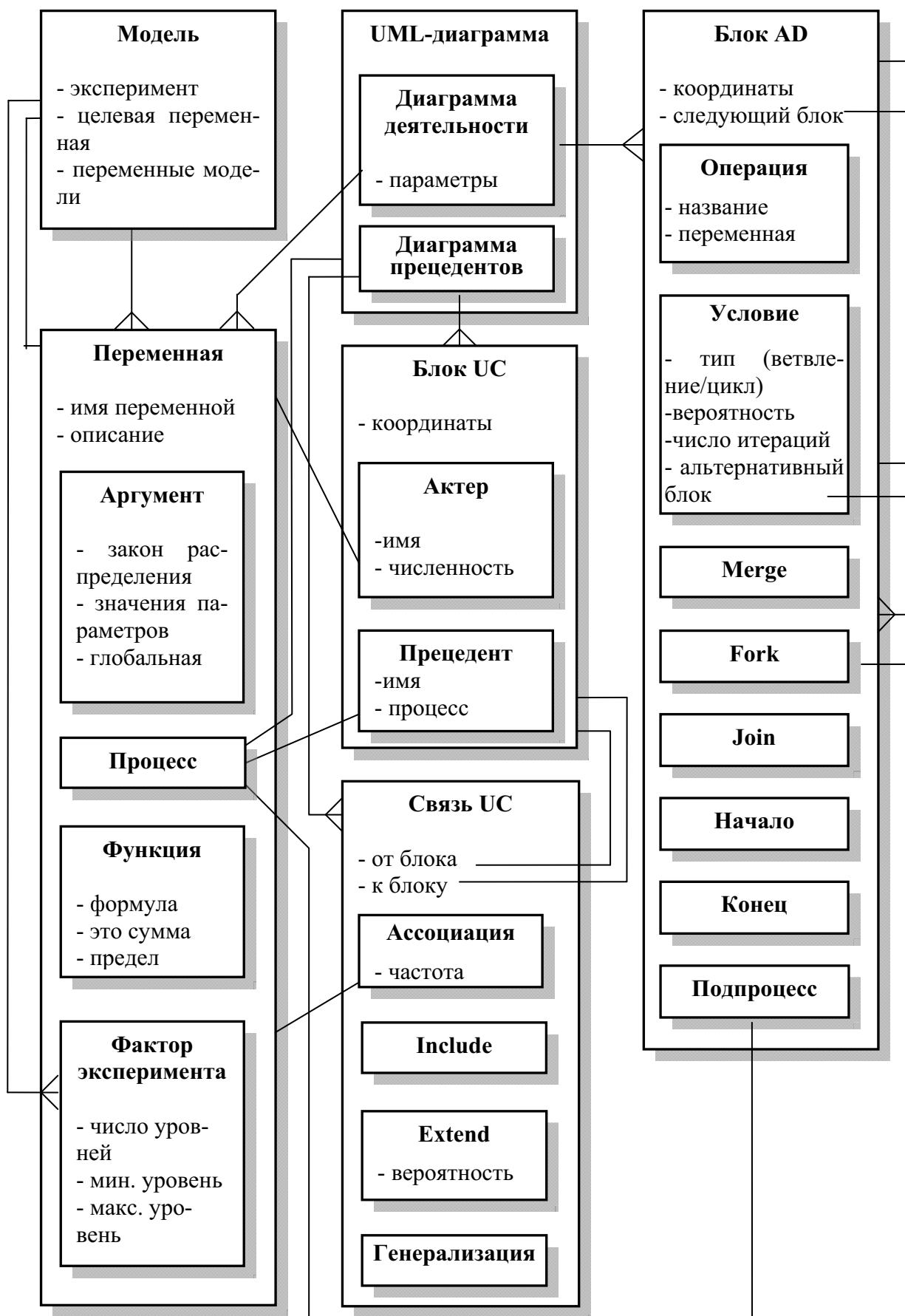


Рис. 1. Основные компоненты имитационной модели

На рис. 2 представлена экранная форма графического конструктора системы СИМ-UML, позволяющего строить UML-диаграммы деловых процессов и задавать их количественные характеристики. Показана диаграмма деятельности, определяющая операции делового процесса, исполнителей (с помощью плавательных дорожек), альтернативные варианты исполнения процесса. На диаграмме присутствуют блоки подпроцесса, которые моделируют вызов дочернего процесса.

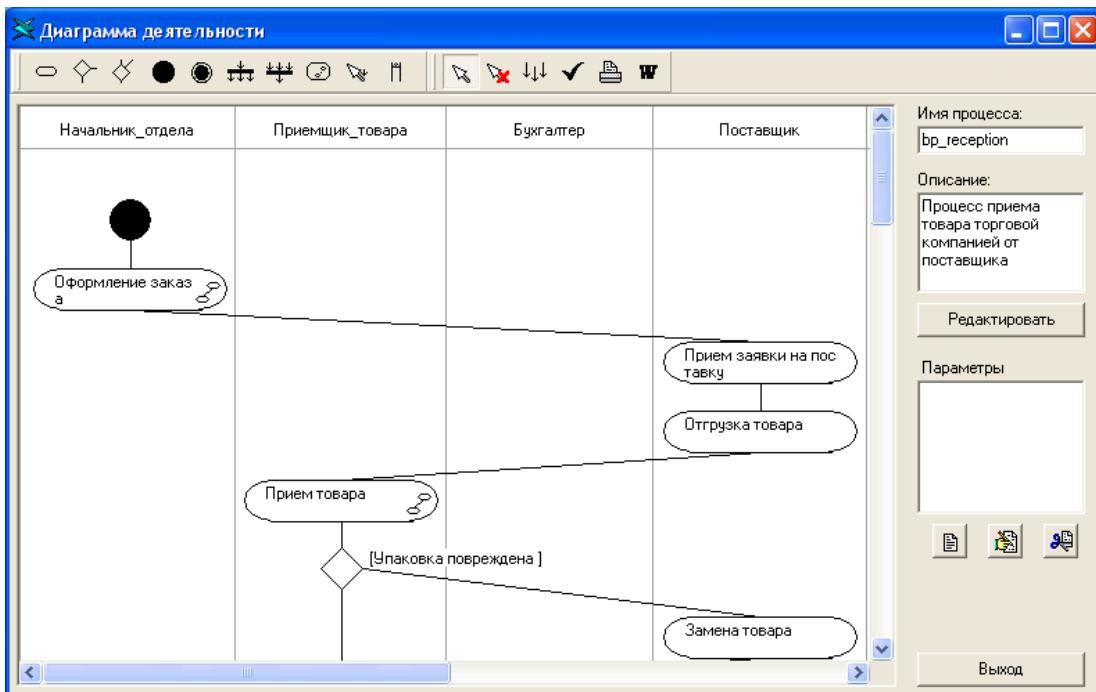


Рис. 2. Графический конструктор системы СИМ-UML. Построение диаграммы деятельности

На рис. 3 показаны экранные формы результатов имитационного моделирования для оценки затрат труда на выполнение деловых процессов.

Использование системы СИМ-UML для имитационного моделирования деловых процессов позволяет:

- ✓ оценивать затраты труда на выполнение деловых процессов по определенным участкам, отделам и исполнителям;
- ✓ обоснованно распределять трудовые ресурсы между отделами и участками работы;
- ✓ оценивать эффективность использования программных комплексов для автоматизации различных задач, определять перспективные направления автоматизации деловых процессов;
- ✓ выделять группы операций со значительной вариацией выходного параметра;
- ✓ выявлять функциональные операции и группы функциональных операций, характеризующиеся наиболее высокими затратами ресурсов;
- ✓ оптимизировать численность и персонала;
- ✓ исследовать эффективность деловых процессов с точки зрения затрат рабочего времени или стоимости, совершенствование деловых процессов;
- ✓ оценивать резервы снижения затрат ресурсов (трудовых, материальных, энергетических, финансовых) на исполнение управлеченческих и производственных процессов [1].

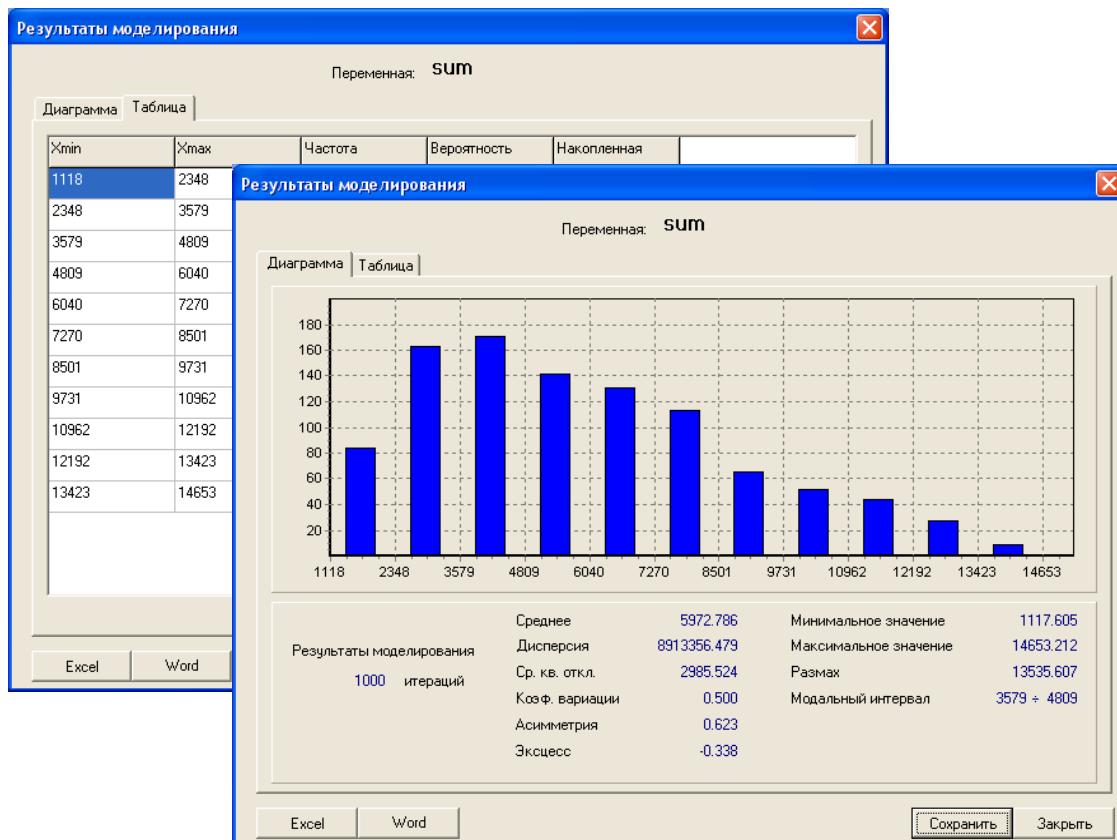


Рис. 3. Результаты имитационного моделирования в системе СИМ-UML

Литература

- Хубаев Г. Н. Ресурсоёмкость продукции и услуг: процессно-статистический подход к оценке //Автоматизация и современные технологии. 2009. № 4.
- Хубаев Г. Н., Щербаков С. М. Конструирование имитационных моделей в экономике и управлении. Монография. Ростов-н/Д.: РГЭУ «РИНХ», 2009. 176 с.
- Хубаев Г. Н., Щербаков С. М., Рванцов Ю. А. Система автоматизированного синтеза имитационных моделей на основе языка UML «СИМ-UML» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. № 2009610414. М.: РОСПАТЕНТ, 2009.
- www.sim-uml.ru