

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ IBPSIMULATOR****А.Н. Балухто, С.А. Балухто (Москва)****Введение**

В настоящее время существует множество различных методов, технологий и средств имитационного моделирования бизнес-процессов [1].

Одним из перспективных направлений развития технологий и средств имитационного моделирования бизнес-процессов является направление, основанное на использовании возможностей современных интернет технологий, в частности технологии реализации так называемых «облачных» вычислений.

Разработанный авторами программный комплекс, предназначенный для имитационного моделирования бизнес-процессов, реализован в виде веб-приложения, которое может предоставляться пользователям в виде «облачной» услуги.

В данном случае под бизнес-процессом понимается процесс выполнения заданного комплекса действий (операций или работ) с использованием заданного комплекса сил и средств (ресурсов).

С позиций системного подхода любой бизнес-процесс всегда порождается некоторой динамической системой и является отображением процесса ее функционирования в соответствующем аспекте. Это дает возможность рассматривать проблему имитационного моделирования бизнес-процессов как проблему имитационного моделирования систем, порождающих данные процессы.

Практика показывает, что именно такой подход к решению проблемы имитационного моделирования бизнес-процессов является наиболее эффективным и плодотворным.

В дальнейшем, говоря об имитационной модели бизнес-процесса, мы будем подразумевать, что речь идет об имитационной модели некоторой дискретной динамической системы, процесс функционирования которой и есть собственно бизнес-процесс.

Таким образом, программный комплекс iBPSimulator фактически можно рассматривать как средство имитационного моделирования дискретных динамических систем, порождающих бизнес-процессы.

**1. Основные положения реализованной в iBPSimulator
концептуальной модели предметной области**

Концептуальная модель бизнес-процессов, реализованная в рамках iBPSimulator, базируется на следующих основных положениях (декларациях):

1) В качестве базовых понятий используются понятия «действие» и «событие». Постулируется, что событие всегда происходит мгновенно, а действие может быть протяженным во времени и для его реализации могут потребоваться некоторые ресурсы.

2) Событие связывается всегда с наступлением условий, необходимых и достаточных для выполнения тех или иных действий бизнес-процесса, и (или) завершением соответствующих действий бизнес-процесса, а действие – с выполнением некоторой операции, работы или задачи.

3) Действие может иметь различные исходы его реализации, при этом каждый из исходов действия интерпретируется как некоторое событие.

4) Длительность и исход выполнения действия могут носить случайный характер.

5) Если в один и тот же момент времени может наступить несколько событий одновременно, то их наступление осуществляется в порядке убывания их приоритета (при-

оритет событий задается исходя из логики функционирования системы, порождающей исследуемый бизнес-процесс).

6) Визуально бизнес-процесс представляется в виде графической параметризованной модели, которая по своему существу является моделью дискретной динамической системы, порождающей данный бизнес-процесс.

7) В графической модели бизнес-процесса любое событие может быть связано входными или выходными дугами только с действиями, а действие – только с событиями.

8) Простаивание свободного ресурса моделируемого бизнес-процесса или ожидание некоторого его динамического объекта (например, документа, изделия, клиента и т.п.) начала выполнения той или иной операции (работы) рассматривается как некоторое пассивное действие, т.е. как частный случай общего понятия действия.

Таким образом, в рамках рассматриваемой модели предметной области бизнес-процесс представляет собой упорядоченный во времени процесс выполнения реализуемых в нем действий и событий, – завершение действия создает необходимые условия для наступления некоторого события, наступление которого в свою очередь создает необходимые условия для начала выполнения других действий и т.д.

В качестве математической основы для моделирования бизнес-процессов используется формальный аппарат теории сетей Петри [2, 3] и одного из их расширений – модифицированных временных сетей (МВ-сетей) Петри, предложенного соавтором данной статьи Балухто А.Н. в работах [1, 4].

В этой связи необходимо отметить, что сети Петри, включая их различные модификации, являются в настоящее время одним из наиболее эффективных средств моделирования дискретных динамических систем. Это обусловлено тем, что сети Петри обеспечивают весьма высокую выразительность и анализируемость моделей дискретных динамических систем, построенных на их основе.

2. Общий подход к формализации бизнес-процессов в терминах МВ-сетей Петри

Суть общего подхода к формализации бизнес-процессов в терминах МВ-сетей Петри состоит в том, что все возможные действия, реализуемые в моделируемом бизнес-процессе, представляются соответствующими позициями МВ-сети Петри, рассматриваемой в качестве формального представления бизнес-процесса, а все события – соответствующими переходами.

В структурном плане МВ-сеть Петри, являющаяся формальным представлением моделируемого бизнес-процесса, должна являться отображением всех возможных причинно-следственных связей между действиями и событиями данного бизнес-процесса.

Функционирование такой сети должно адекватно отображать функционирование динамической системы, порождающей исследуемый бизнес-процесс, как процесс перехода ее из одного состояния в другое. При этом срабатывание любого перехода сети интерпретируется как переход указанной системы из одного состояния в другое, а каждый ее маркер – как некоторый динамический объект указанной системы (станок, обслуживающий прибор, клиент, оператор, обрабатываемое изделие, документ и т.п.).

Важно отметить, что в рамках iBPSimulator созданная пользователем графическая параметризованная модель бизнес-процесса автоматически транслируется в соответствующую МВ-сеть Петри. При этом от пользователя не требуется каких-либо знаний в области теории сетей Петри или их модификаций, что весьма важно с точки зрения существенного расширения круга потенциальных пользователей данного программного комплекса.

3. Общее описание программного комплекса iBPSimulator и имеющийся опыт его практического применения

Как уже отмечалось ранее, программный комплекс iBPSimulator предназначен для имитационного моделирования различных бизнес-процессов.

Основной целью такого моделирования является оценка числовых характеристик операционных свойств, определяющих эффективность бизнес-процесса в целом или его составных частей, и выбора на этой основе наиболее рационального варианта бизнес-процесса или стратегии управления им.

Пользовательский интерфейс программы содержит редактор для визуального построения графических моделей бизнес-процессов и редактор пользовательских скриптов (рис. 1 и 2).

Клиентская часть текущей версии iBPSimulator (версия 2.0) полностью написана на языке *JavaScript*, а ее серверная часть реализована на базе серверной платформы *Node.js*. При этом проекты пользователя хранятся в документо-ориентированной СУБД *MongoDB*.

Управление процессом имитационного моделирования осуществляется с помощью специального пользовательского окна, вид которого приведен на рис. 1.

Для построения графической модели бизнес-процесса используется шесть типов узловых элементов такой модели – элементы типа *Генератор*, *Событие*, *Терминатор*, *Действие*, *Очередь* и *Ресурс* (табл. 1).

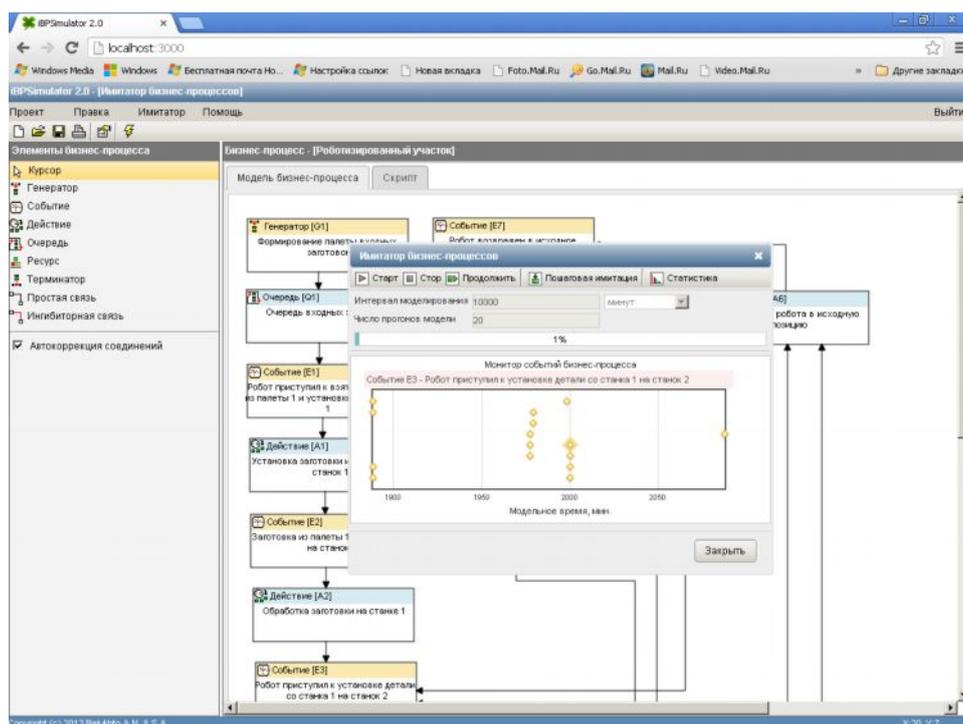


Рис. 1. Пользовательский интерфейс iBPSimulator (с примером графического представления модели бизнес-процесса)

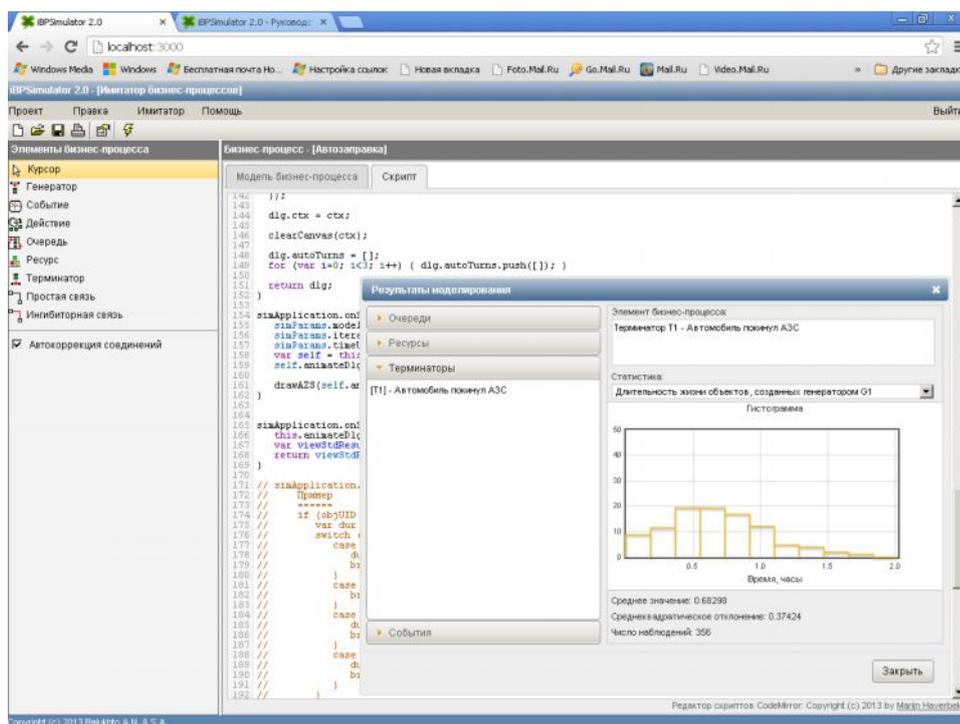


Рис. 2. Стандартное окно iBPSimulator для отображения результатов моделирования

Таблица 1

Графические образы типовых элементов бизнес-процесса

Графический образ типового элемента бизнес-процесса	Описание графического образа
 Генератор [G1] Без имени	Генератор входных динамических объектов бизнес-процесса
 Событие [E1] Без имени	Простое событие бизнес-процесса
 Терминатор [T1] Без имени	Терминатор (поглотитель) динамических объектов бизнес-процесса
 Действие [A1] Без имени	Действие бизнес-процесса
 Очередь [Q1] Без имени	Очередь динамических объектов бизнес-процесса
 Ресурс [R1] Без имени	Ресурс, используемый для выполнения тех или иных действий бизнес-процесса

Между указанными выше узловыми элементами графического представления модели бизнес-процесса могут устанавливаться обычные и ингибиторные связи.

Обычные соединительные связи между элементами модели бизнес-процесса с одной стороны определяют направления перемещения динамических объектов модели от одного ее элемента к другому, а с другой – определяют необходимые условия для наступления соответствующих событий бизнес-процесса и начала реализации соответствующих его действий.

Отличие ингибиторной связи от обычной заключается в том, что динамические объекты модели бизнес-процесса не перемещаются по данной связи из входного ее элемента в выходной. Наличие такой связи между двумя элементами бизнес-процесса указывает лишь на то, что для наступления ее выходного события необходимо, чтобы во входном ее элементе (элементе типа *Действие*, *Очередь* или *Ресурс*) не было ни одного динамического объекта, т.е. с помощью данной связи реализуется «проверка на ноль».

Длительность и исходы выполнения действия, приоритет события и другие параметры элементов бизнес-процесса задаются с помощью специального диалогового окна.

В iBPSimulator пользователю предоставляется возможность доопределить модель бизнес-процесса с помощью пользовательского скрипта на языке *JavaScript* (рис. 2).

Основное назначение пользовательского скрипта – обеспечение нестандартного ввода тех или иных исходных данных для имитационного моделирования конкретного бизнес-процесса или нестандартного отображения текущих результатов моделирования, например, в виде некоторой графической анимации.

Для запуска программы достаточно иметь на клиентском компьютере браузер, поддерживающий *Canvas API*. Установка какого-либо дополнительного программного обеспечения на клиентских рабочих местах не требуется.

Программный комплекс iBPSimulator был создан в начале 2013 года и является логическим продолжением работ по развитию технологии и концептуального подхода к имитационному моделированию дискретных динамических систем, реализованных в программном комплексе IMDIS [1].

Данный программный комплекс использовался для моделирования космической системы специального назначения и логики функционирования каналов межспутниковой космической связи.

Полученный опыт практического применения комплекса показал достаточно высокую его эффективность в части оперативности разработки имитационных моделей сложных систем (за счет высокого уровня автоматизации разработки таких моделей) и возможностей по оценке широкого спектра их различных характеристик и показателей эффективности.

Заключение

Программный комплекс iBPSimulator осуществляет дискретно-событийное имитационное моделирование бизнес-процессов и реализован в виде веб-приложения, которое может предоставляться пользователям в виде «облачной» услуги.

В качестве математической основы для моделирования бизнес-процессов используется формальный аппарат теории модифицированных временных сетей Петри.

Для создания графического представления моделей бизнес-процессов используется небольшой, но весьма эффективный набор типовых элементов, реализующих в различных аспектах два основных понятия предметной области – понятия типа «действие» и «событие».

Практическое применение программного комплекса iBPSimulator позволит широкому кругу пользователей оперативно, с высоким уровнем автоматизации, создавать имитационные модели бизнес-процессов различного уровня сложности и на этой основе осу-

ществлять решение различных практических задач, связанных с реинжинирингом бизнес-процессов.

Важно также отметить, что данный программный комплекс может использоваться не только для имитационного моделирования систем, порождающих бизнес-процессы, но и других дискретных динамических систем, формально представимых в виде МВ-сетей Петри [1, 4].

Дальнейшее развитие программного комплекса связано с реализацией возможности создания иерархических моделей бизнес-процессов.

Литература

1. **Балухто А.Н., Карпов С.Н.** Имитационное моделирование бизнес-процессов в среде IMDIS. – М.: МАТИ, 2009. – 160 с.
2. **Котов В.Е.** Сети Петри. – М.:Наука, 1984.
3. **Питерсон Дж.** Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984.
4. **Балухто А.Н.** Модифицированные временные сети Петри и автоматизация моделирования дискретных потоковых систем // Автоматика и телемеханика. – 1996. – № 8. – С. 132–141.