

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ КОРПОРАТИВНОГО  
УПРАВЛЕНИЯ****В. Л. Павлов (Москва), М. В. Федотов (Казань)**

При решении целого ряда задач, связанных с оценкой показателей эффективности функционирования сложных технических систем, используется система имитационного моделирования GPSS World. По результатам моделирования система GPSS World представляет исследователю отчет или серию отчетов, детально и полно описывающих моделируемую ситуацию – стандартный отчет GPSS. Несмотря на множество очевидных достоинств, такой отчет обладает существенными недостатками.

Во-первых, отсутствием связи между математическими (программными) объектами в модели и реально существующими характеристиками (названиями) объектов в исследуемой данными моделями предметной области. В силу ограничений языка имитации, чаще всего все объекты в модели имеют обозначения (устройства, памяти и т.д.) и их английские имена. Открытым вопросом, при предоставлении результатов моделирования в виде стандартного отчета GPSS World ЛПП (Заказчику), остается идентификация объектов в модели их реальными характеристиками в исследуемой системе. Отсутствие таких возможностей усложняет анализ результатов и ограничивает круг лиц, рассматриваемых в качестве потенциальных потребителей результатов имитационных исследований. Также это заставляет разработчиков моделей заниматься дополнительной обработкой результатов для последующего их анализа Заказчиками. Особенно остро этот вопрос встает, когда модель очень сложна и речь заходит о десятках и сотнях таких показателей.

Во-вторых, доступ непосредственно к стандартному отчету GPSS World ограничивается конкретным рабочим местом (компьютером), с которого был запущен данный эксперимент с моделью. И путь результатов к Заказчику лежит через копирование данного отчета, его ручной аналитической переработке исследователем, включением результата в аналитический материал, и только тогда он вручную в печатном виде (или по e-mail) передается Заказчику.

Можно существенно упростить и автоматизировать эти процессы в рамках единого интегрированного WEB приложения, даже если Исполнитель и Заказчик исследования находятся далеко друг от друга.

Очень часто, на предприятиях вопросами проведения имитационных исследований занимаются одни специалисты (иногда из сторонних организаций), а анализом и интерпретацией результатов другие (чаще всего системные аналитики и руководители). При этом аналитики оперируют реальными обозначениями исследуемого объекта, в то время как производящим непосредственное моделирование исследователям более близки математические термины, описывающие объект. Таким образом, образуется некоторое разногласие между тем, что получают математики, и тем, что требуется аналитикам для формирования методик и заключений о функционировании исследуемого объекта.

С учетом изложенного, авторами предлагается новая методическая основа формирования и использования результатов имитационного моделирования. В частности, разработана и программно реализована *распределенная подсистема обработки стандартных отчетов GPSS World – «GPSS RC»*, расширяющая возможности GPSS World и призванная помочь исследователям в решении указанных выше проблем. В самом общем виде архитектуру построения подсистемы можно описать следующим образом (рис. 1).

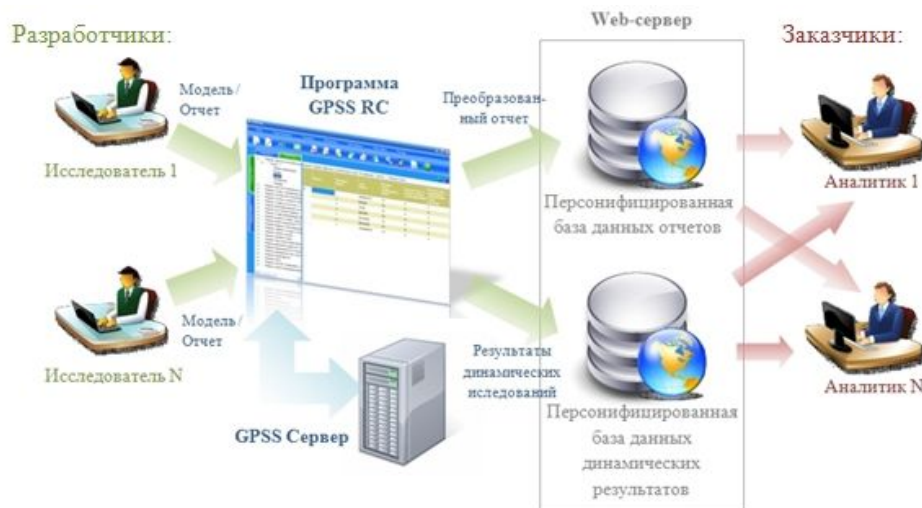


Рис. 1. Архитектура GPSS RC

Программа состоит из двух компонент: настольного приложения исследователя (написано на языке C# и требует для работы версию .NET Framework 2.02. или выше), и Web-приложения (PHP), для доступа аналитиков и других пользователей к отчетам результатов моделирования.

Настольное приложение позволяет:

- Создавать и управлять экспериментами (моделями GPSS). Модель создается в программе или импортируется (при наличии файла), после чего ее можно запустить в настольной версии GPSS World или отправить на GPSS-сервер. Использование GPSS сервера позволяет существенно сократить на расходах по приобретению настольных версий GPSS, а кроме того, обеспечивает некоторые удобства в работе. Результаты работы (сам текст модели, отчет, журнал) сохраняются в соответствии с определенной пользователем структурой.
- Организовывать серии экспериментов в модели. Модель в этом смысле представляет собой набор экспериментов, логически взаимосвязанных, но отличающихся заданными при построении параметрами, в соответствии с особенностями динамики исследуемого объекта, системы. Модель представляет собой логически завершенный объект.
- Преобразовывать результативные отчеты экспериментов в электронную форму. Это позволяет сохранять их в базе данных или XML-формате для дальнейшего изучения, обработки. Электронная форма отчетов дает возможность использовать результаты в других приложениях, например, для анализа. Программа работает с базами данных Microsoft® SQL Server™ Compact 3.5 (версия 3.5). А XML формат позволяет экспортировать их в другие базы данных (сторонними средствами).
- Организовывать серии преобразованных отчетов в модели. Персонализировать модели («привязывать» модели к определенному пользователю), что позволяет разграничить доступ к моделям различным пользователям, как в рамках настольного приложения, так и на Web-узле.
- Комплексно редактировать имена объектов GPSS преобразованных отчетов или моделей. Система отслеживает и изменяет все соответствующие вхождения редактируемого имени в таблицах отчета. А в случае редактирования модели, изменения производятся во всех экспериментах модели.
- Производить динамическое моделирование, с возможностью указания соответствующих объектов или групп объектов, по которым будут сниматься динамические

характеристики. Проведение динамического исследования позволяет более тщательно исследовать моделируемую систему.

- Публиковать преобразованные модели на Web-узле и управлять ими. Пример работы настольного приложения представлен на рис. 2.

Модель: Модель сети Ethernet, Эксперимент: Эксперимент 1 (100 компьютеров), Таблица: Таблица

| Имя / номер                                    | Среднеквадратичное значение аргумента | Среднеквадратичное отклонение | Нижний предел частотного класса | Верхний предел частотного класса | Кол-во транз. ожидания выпущенных спец. сообщений | Суммарная величина попаданий аргумента в границы диапазона | Процентная величина попадания |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| Задержка возникающее при прохождении сообщения | 1.16                                  | 1.139                         | 0                               | 1                                | 0   | 43874  | 43.85                         |
| Задержка возникающее при прохождении сообщения | 1.16                                  | 1.139                         | 1                               | 2                                | 0   | 37340  | 81.56                         |
| Задержка возникающее при прохождении сообщения | 1.16                                  | 1.139                         | 2                               | 3                                | 0   | 11653  | 93.21                         |

Рис. 2. Пример работы настольного приложения

Публикация моделей на Web-узле позволяет обеспечить беспрепятственный доступ к результатам моделирования аналитиков, исследователей и других заинтересованных лиц через Интернет-браузер. Модель может публиковаться открыто – для всех пользователей – или для ограниченного круга лиц. В последнем случае для просмотра результатов требуется указать имя пользователя, с которым связана данная модель, и пароль.

Пример публикации результатов на Web-узле представлен на рис. 3.

портал результатов ИМИТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица: Таблица

| Имя / номер                                    | Среднеквадратичное значение аргумента | Среднеквадратичное отклонение | Нижний предел частотного класса | Верхний предел частотного класса | Кол-во транз. ожидания выпущенных спец. сообщений | Суммарная величина попаданий аргумента в границы диапазона | Процентная величина попадания |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|--|-------------------------------|
| Задержка возникающее при прохождении сообщения | 1.16                                  | 1.139                         | 0                               | 1                                | 0   | 43874  | 43.85                         |
| Задержка возникающее при прохождении сообщения | 1.16                                  | 1.139                         | 1                               | 2                                | 0   | 37340  | 81.56                         |
| Задержка возникающее при прохождении сообщения | 1.16                                  | 1.139                         | 2                               | 3                                | 0   | 11653  | 93.21                         |

Рис. 3. Пример публикации результатов на Web-узле

В программе реализована система привязки моделей к определенному пользователю. Это позволяет при распределенной работе или работе в сети предоставлять пользователю доступ только к своим моделям. Это особенно удобно, если модели нескольких пользователей хранятся в одной базе данных.

Каждая модель и эксперимент модели могут быть снабжены описанием, для представления, например, текста модели исследуемой системы или выделения характерных отличий данного эксперимента от других экспериментов модели.

Одним из планируемых направлений применения разработанной программы является использование редактора отчетов в создаваемой в настоящее время по заказу ОАО «РЖД» автоматизированной системе оценки эффективности вариантов организации поездной работы на участках железных дорог. В частности, результаты моделирования, обработанные с применением распределенного редактора отчетов GPSS RC, будут использоваться при решении задач планирования и нормирования поездной работы в следующих организационных звеньях управления:

на уровне департамента управления перевозками (ЦД):

- отдел графика движения поездов;
- отдел планирования, организации и предоставления окон;
- отдел развития пропускной способности;

на дорожном уровне (Д):

- дорожный центр управления перевозками (ДЦУП);
- отдел графика движения поездов;
- технический отдел;
- отдел планирования, организации и предоставления окон.

Программный комплекс поддержки принятия решений, в рамках которого предусматривается функционирование редактора отчетов, предусматривает использование в двух версиях – сетевой и локальной.

Сетевая версия предусматривается в трехзвенной архитектуре с использованием порталных технологий: клиентское приложение на рабочем месте пользователя – Web-браузер (тонкий клиент), сервер приложений – web-сервер с приложениями бизнес-логики и сервер баз данных (БД) – в качестве подсистемы хранения и обработки информации (результатов моделирования). При этом обеспечивается реализация следующих требований.

Система поддерживает принцип «тонкого» клиента.

Комплекс разворачивается на существующей сети СПД ОАО «РЖД».

Сервер приложений подсистемы входит в ядро системы и представляет собой слой реализации прикладной бизнес-логики.

Результаты расчетов по оценке показателей поездной работы размещаются на сервере приложений.

Система обеспечивает многопользовательский доступ.

ПК предусматривает работу в режиме 24x7 с возможностью остановки на плановый ремонт и обслуживание.

Локальная версия АРМ должностного лица реализуется в виде автономных программных продуктов, устанавливаемых на рабочем месте пользователя (АРМ исследователя). При этом для должностных лиц, заинтересованных в получении необходимой информации, предусматривается возможность ее получения с использованием «тонкого» клиента, т.е. ПК с установленной операционной системой и наличием Web-браузера (MS Internet Explorer или Netscape Communicator последних версий). При этом вся информация представляется в виде динамически сформированных Web-отчетов.