



## ИМИТАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ

## СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОАО "ТАТНЕФТЬ"

В.В. Самойлов (ОАО "Татнефть"), С.А. Власов (РАН),  
В.В. Девятков (ООО "Элина-Компьютер")

Представлена оригинальная методика оценки производительности системы сервисного обслуживания программно-технических средств ОАО "Татнефть" на основе имитационного моделирования. Описан программный компонент, помогающий проводить имитационные исследования согласно данной методики.

Информационно-вычислительная среда ОАО "Татнефть" представляет собой тысячи компьютеров, десятки серверов и локальных вычислительных сетей различных подразделений в г.г. Альметьевске, Лениногорске, Елабуге и других, объединенных в единую корпоративную сеть. Объемы программно-технических средств и их сложность неуклонно возрастают. Вследствие этого растет и потребность в оперативном и качественном обслуживании вычислительной техники. Изменяются технологии обслуживания, например, большинство работ по администрированию рабочих мест осуществляются дистанционно через корпоративную вычислительную сеть.

В структуре ОАО "Татнефть" обслуживанием вычислительной техники и ПО занимается управление "ТатАСУнефть", в состав которого входят семь сервисных центров. В любое время суток в сервисные центры поступают сотни заявок на обслуживание (ремонт и модернизацию техники, установку и администрирование системного ПО, консультации по прикладным программам и т.д.). При исполнении всех заявок учитывается уровень их важности и срочности, приоритеты и временные регламенты. Исполнение некоторых заявок зависит от наличия комплектующих и требует использование транспорта.

Таким образом, сервисное обслуживание – это достаточно сложная дискретная система, в которой обслуживаются сотни заявок в день, занято большое число специалистов и единиц техники. Поток заявок на обслуживание и само обслуживание носят вероятностный характер. Все заявки на сервисное обслуживание регистрируются в единой диспетчерской "ТатАСУнефть", а далее обслуживание осуществляется в одном из сервисных центров по унифицированным технологиям для каждого типа заявки (рис. 1).

В настоящий момент проводится реорганизация этой службы, и вследствие политики централизации обслуживания ее сервис охватывает все большее число подразделений. В идеале на сервисном обслуживании в "ТатАСУнефть" должны состоять все ПК, периферийное и специализированное компьютерное обо-

рудование, системные и прикладные программы, которые используются в ОАО "Татнефть". Интегрированная система мониторинга и управления этими ресурсами должна отслеживать и оперативно устранять все возникающие сбои и неисправности. Сервисное обслуживание должно быть доступно любому элементу информационных технологий компании. Поэтому исключительно важной и актуальной стала задача разработки научно-обоснованной и практически применимой методики оценки производительности системы сервисного обслуживания вычислительной техники ОАО "Татнефть" на базе управления "ТатАСУнефть".

Методика должна обеспечить ответы на важнейшие вопросы о функционировании системы при ее модернизации и развитии. Например, каковы будут показатели производительности системы, если:

- возрастет число подразделений, обслуживаемых в рамках данной системы?
- изменятся характеристики потока заявок?
- изменятся характеристики обслуживания?
- модернизировать ее структуру и ресурсы? (уменьшить или увеличить число сервисных центров

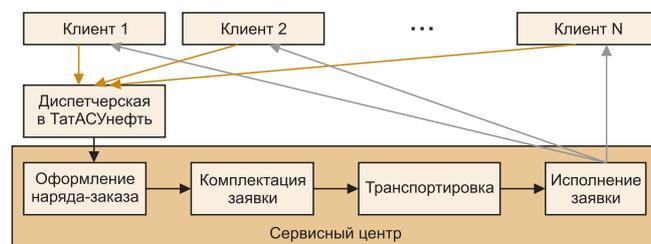


Рис. 1. Система сервисного обслуживания в ОАО "Татнефть"

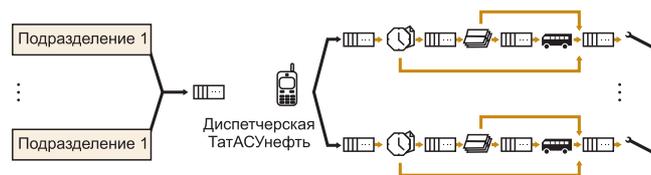


Рис. 2. Система сервисного обслуживания, как система массового обслуживания

или изменить схему привязки подразделений к сервисным центрам);

- изменить регламент обслуживания? (ввести дополнительные рабочие дни, изменить систему приоритетов, увеличить/уменьшить регламентное время и т.д.).

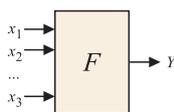


Рис. 3

**Формализация системы.** Система сервисного обслуживания практически идеально соответствует понятиям дискретных систем, принятых в теории массового обслуживания. Ей присущи такие классические характеристики, как входной/выходной поток, обслуживающие ресурсы и очереди (рис. 2).

Это достаточно сложная многофазная многоканальная система массового обслуживания (СМО), которую согласно классификации Кендалла можно представить в виде:  $k \times G1/G2/m/N/R$ , где  $k$  – число фаз обслуживания;  $G1$  и  $G2$  – законы распределения времени поступления и обслуживания заявок в системе;  $m$  – число каналов обслуживания (специалистов, подразделений, транспортных единиц и т.д.);  $N$  – число мест в буфере/очереди;  $R$  – число приоритетов поступающих заявок (по умолчанию без приоритетов);  $F$  – порядок обслуживания заявок из очереди.

Для существующей системы законы распределения времени поступления и обслуживания произвольны, число каналов обслуживания зависит от числа сервисных центров и фаз обслуживания. Число мест в очередях неограничено. Присутствуют сложные приоритетные алгоритмы формирования очередей на обслуживание  $PR$ .

В системе сервисного обслуживания можно выделить группу исходных данных: фиксированные данные и варьируемые параметры, среди которых  $G1(1)$ ,  $G1(2)$  ... и  $G2(1)$ ,  $G2(2)$  ... – законы распределения времени поступления и обслуживания заявок;  $m(k)$  – число специалистов на  $k$ -й фазе обслуживания;  $PR$  – приоритеты заявок;  $j$  – число обслуживаемых подразделений;  $I$  – число сервисных центров и т.д.

Совокупность варьируемых параметров обозначим как множество  $X = \{x1, x2, \dots\}$  – воздействий на систему.

Для количественной оценки производительности системы введем ряд показателей (индексов) производительности. Например:  $Nз$  – число заявок, обрабатываемых сервисным центром за час, день, месяц, год и т.д.;  $PPзав(рег-сц)$  – процент числа заявок, обработанных в соответствии с регламентом, от числа заявок, поступивших на обслуживание;  $PPзав(рег)i$  – процент числа заявок, выполненных на  $i$ -м этапе обслуживания в соот-

ветствии с регламентом, от числа заявок, поступивших на обслуживание на данный этап;  $PPзав(рег-кл)j$  – процент числа заявок, выполненных в системе в соответствии с регламентом, от числа заявок, поступивших на обслуживание от  $j$ -го клиента;  $Tcp$  – среднее время обработки одной заявки в системе;  $Tcp(сц)i$  – среднее время выполнения заявки в  $i$ -м сервисном центре;  $Tcp(Кл)j$  – среднее время выполнения заявки  $j$ -го клиента;  $Ken(i)$  – коэффициент использования специалиста на  $i$ -й операции ТП по сервисному центру;  $Qcn(i)$  – средняя длина очереди перед  $i$ -й операцией ТП по сервисному центру;  $MQcn(i)$  – максимальная длина очереди перед  $i$ -й операцией ТП по сервисному центру.

Все индексы производительности обозначим как множество значений  $Y = \{y1, y2, \dots\}$  и назовем реакцией системы на изменение варьируемых параметров.

Систему в целом можно представим как некоторое множество функций  $F$ , устанавливающих взаимосвязь воздействий на систему и реакции системы на эти воздействия (рис. 3).

Для математического представления поставленной задачи необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} y_1 = f_1(x_1, x_2, \dots) \\ y_2 = f_2(x_1, x_2, \dots) \end{cases} \quad (2)$$

Методов, позволяющих аналитически исследовать СМО указанного типа сложности и решить систему уравнений заданной размерности в настоящее время не существует. А приведение СМО к виду, для которого имеется аналитическое решение, практически невозможно без существенных упрощений, в результате которых утрачивается множество важнейших нюансов и деталей, а результаты исследования теряют практический смысл. Поэтому в качестве основного метода исследования было выбрано имитационное моделирование (ИМ).

**Имитационное моделирование** позволяет представить систему "как есть", учесть особенности производственного процесса, тонкости регламента и множество других моментов. На рис. 4 показаны основные этапы имитационных исследований.

Для более удобного проведения имитационного исследования и охвата большего числа этапов исследования авторами было разработано специальное программное приложение, включающее визуально-графический ввод данных, генерацию моделей из шаблонов в соответствии с введенными данными, а также модули анализа данных и планирования экспериментов (рис. 5).

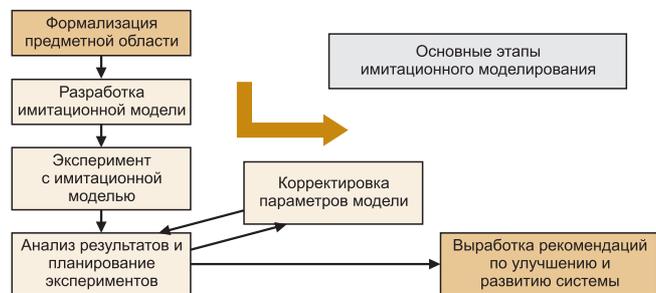


Рис. 4. Этапы имитационных исследований



Рис. 5. Программная структура приложения

Чрезвычайно важным является вопрос разработки языка диалога имитационного приложения и исследователя. Учитывая, что пользователями данного приложения являются менеджеры и руководители "ТатАСУнефть" язык диалога по вводу данных и анализу результатов был приближен к профессиональному языку в данной предметной области с учетом терминологии, сложившейся в компании. Имитационное приложение автоматически осуществляет решение первых двух этапов исследования, оставляя пользователю только корректный ввод данных.

В качестве моделирующего ядра приложения был выбран один из основных языков ИМ – GPSS World. В соответствии с результатами формализации системы и выбора варьируемых параметров вся модель была представлена в виде шаблонов моделей. Построение реальной модели для конкретного эксперимента осуществляет специально созданный генератор моделей. Результаты эксперимента представляют собой не стандартный отчет GPSS World, в котором пользователю сложно разобраться, а специально обработанный и преобразованный в формат MS Excel файл.

Этапы формализации предметной области, разработки ИМ, анализ результатов и планирование экспериментов, а также первоначальный ввод данных и их корректировка реализованы в управляющей оболочке на языке #C.Net. Непосредственно имитационный эксперимент осуществляется в среде GPSS World.

Рассмотрим более подробно работу имитационного приложения. Функционально при вводе данных имитационное приложение позволяет:

- загружать имеющуюся модель системы сервисного обслуживания или создавать новую модель;
- задавать число обслуживаемых подразделений и их основные характеристики;
- осуществлять ввод статистических данных о потоке заявок от обслуживаемых подразделений;
- определять число сервисных центров и их характеристики;
- изменять приоритеты заявок;
- варьировать число специалистов, занятых на том или ином этапе ТП;
- задавать временные характеристики исполнения на всех этапах сервисного обслуживания;
- вводить различные регламентные данные (длительность рабочего дня, выходные и праздничные дни, допустимый процент неисполненных заявок и т.д.).

Часть данных вводится графически (структура обслуживаемых подразделений и сервисных центров), а другая – посредством ручного ввода в специальных "окнах" или выбора из предлагаемых альтернатив. Правильность ввода проверяется системой автоматически в соответствии с определенными логическими правилами, существующими ограничениями и здравым смыслом. Но в любом случае общую ответственность за правильность ввода несет пользователь. Введенные исходные данные могут быть сохранены под необходимым именем модели и в дальнейшем повторно использованы (рис. 6).

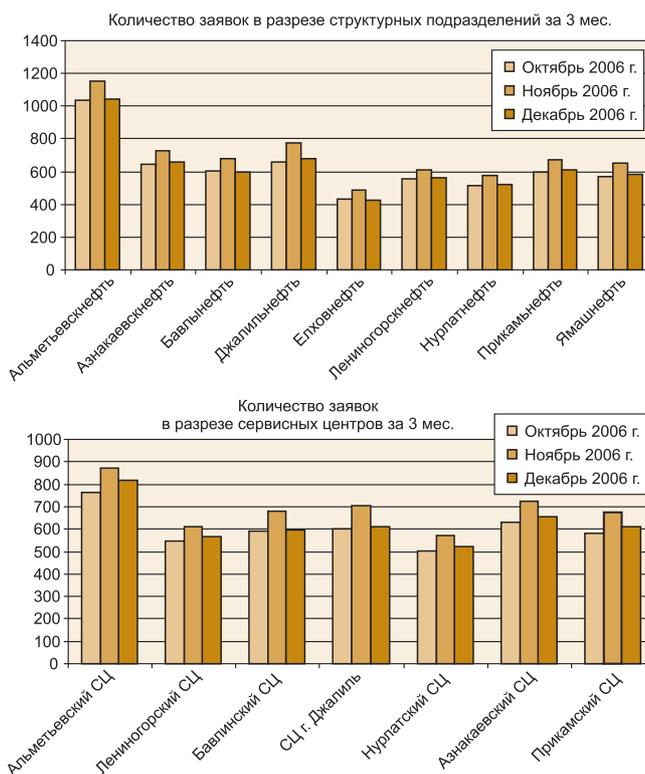


Рис. 6. Примеры вывода результатов эксперимента

В системе имеются различные варианты ввода потоков, позволяющие создать адекватную рабочую нагрузку на модель:

- ввод реальных потоков из файла данных мониторинга системы, созданного ERP SAP/R3;
- построение экспериментальных потоков на основе файлов существующих измерений. При этом можно скопировать данные, пропорционально увеличить или уменьшить интенсивность потоков. Можно провести такие операции со всеми потоками, а можно только с частью;
- ручной ввод данных;
- изменение интенсивности потоков, посредством изменения числа клиентских мест в подразделении, находящихся на обслуживании.

Следует также отметить достаточно широкие возможности по заданию различных регламентов. В частности, это рабочий календарь: начало рабочего дня, обеденный перерыв, конец рабочего дня. Вводятся также выходные и праздничные дни. Пользователь, в целях эксперимента, может в модели объявить нерабочим любой день или изменить его длительность.

Важной частью ввода данных является задание временных задержек других количественных характеристик обслуживания по всей технологической цепочке. В целом, процесс обслуживания представлен как совокупность следующих фаз: диспетчеризация, оформление заказа-наряда, комплектация, транспортировка и непосредственно сервисное обслуживание. Для некоторых типов заявок этапы комплектации и транспортировки отсутствуют. Все эти особенности отражаются при вводе и учитываются в модели.

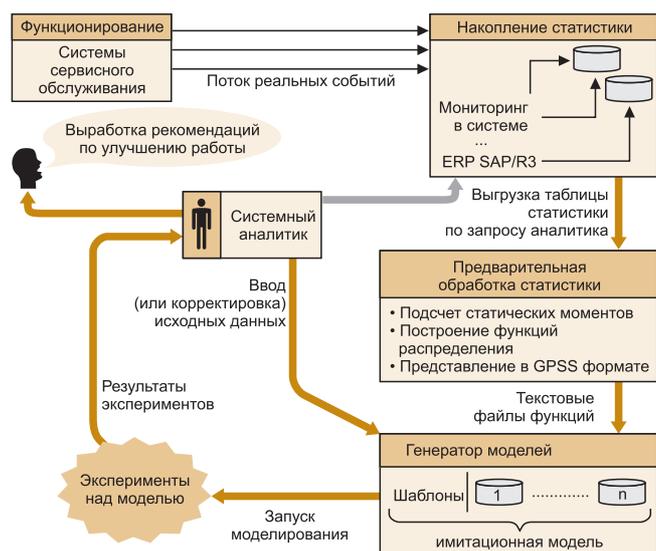


Рис. 7. Методика работы с имитационным приложением

Приложение позволяет задать число специалистов или объем технических средств на той или иной фазе обслуживания.

Временные задержки на этапах обслуживания могут быть заданы (как и временные характеристики потоков заявок): из файлов мониторинга; на основе файлов мониторинга; вручную; копированием из других моделей.

После ввода данных пользователем по специально разработанным алгоритмам происходит "сборка" модели. В итоге получается логически и синтаксически корректный текст модели на языке GPSS World. "Сборка" модели осуществляется по команде пользователя — запустить моделирование. В результате, эта модель подается на вход GPSS World и осуществляет имитационный эксперимент.

*Самойлов Владимир Васильевич — начальник управления "ТатАСУнефть" ОАО "Татнефть",  
Власов Станислав Александрович — канд. техн. наук, ученый секретарь  
отделения информационных технологий и вычислительных систем РАН,  
Девятков Владимир Васильевич — канд. техн. наук, директор ООО "Элина-Компьютер".*

*Контактные телефоны: (843) 236-19-94, (495)334-87-59.  
E-mail: vladimir@elina-computer.ru*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

### ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Е.И. Артамонов, В.А. Ромакин (ИПУ РАН)

*Использование средств виртуальной реальности (VR) открывает новые возможности в промышленных производствах по формированию обобщенных электронных моделей для всех этапов жизненного цикла производимого продукта, визуализации технологических операций и разработке новых методов документирования. На примере создания системы моделирования и эргономического анализа комплекса технических средств оперативно-диспетчерского управления (ОДУ) показана возможность исследования последнего в VR до момента его физической реализации.*

#### Введение

Виртуальная реальность является сравнительно новым приложением компьютерной графики и подразумевает компьютерную имитацию окружающей действительности с использованием современных средств взаимодействия человека с ЭВМ. Ее основой является объемная геометрическая модель (3D) окру-

жающей действительности, с которой можно взаимодействовать в VR. Использование средств VR открывает новые возможности по сокращению времени создания конечного продукта и трудозатрат на его производство, повышению конкурентоспособности, надежности и т.п. К таким возможностям, например, относятся: