

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЭКСПРЕСС-3»

А. Д. Хомоненко, Т. И. Тутаева (Санкт-Петербург)

Корпоративная информационная система (КИС) железнодорожного транспорта «Экспресс-3» предназначена для автоматизированного управления пассажирскими перевозками и комплексной автоматизации технологических процессов обслуживания пассажиров. В комплекс решаемых задач входит как резервирование и бронирование мест, так и целый ряд аналитических задач.

Архитектура КИС «Экспресс-3» представляет собой распределенную информационно-вычислительную систему, узлами которой являются:

- *вычислительные комплексы* ее региональных центров, развернутые на базе 2 железных дорог, на которых хранится оперативная информация (оперативная база данных – ОБД) о ходе продажи проездных документов. Оставшиеся железные дороги закреплены за региональными центрами, а также *Главным центром* системы «Экспресс-3» на базе ЦУ Московской ЖД, который обеспечивает создание и ведение *аналитической базы данных* (АБД) по пассажирским перевозкам в масштабе всей сети РЖД;

- различные *группы абонентов*, использующие эту информацию (терминальное оборудование и аналитические АРМ), имеющие доступ через железнодорожную сеть передачи данных (СПД) и Internet.

Функционирование подобной структуры при соблюдении должного уровня безопасности обработки информации на железнодорожном транспорте поддерживается подсистемой безопасности. В основе технического решения подсистемы лежит использование программного комплекса ViPNet производства ОАО «ИнфоТеКС», к основным задачам которого относятся:

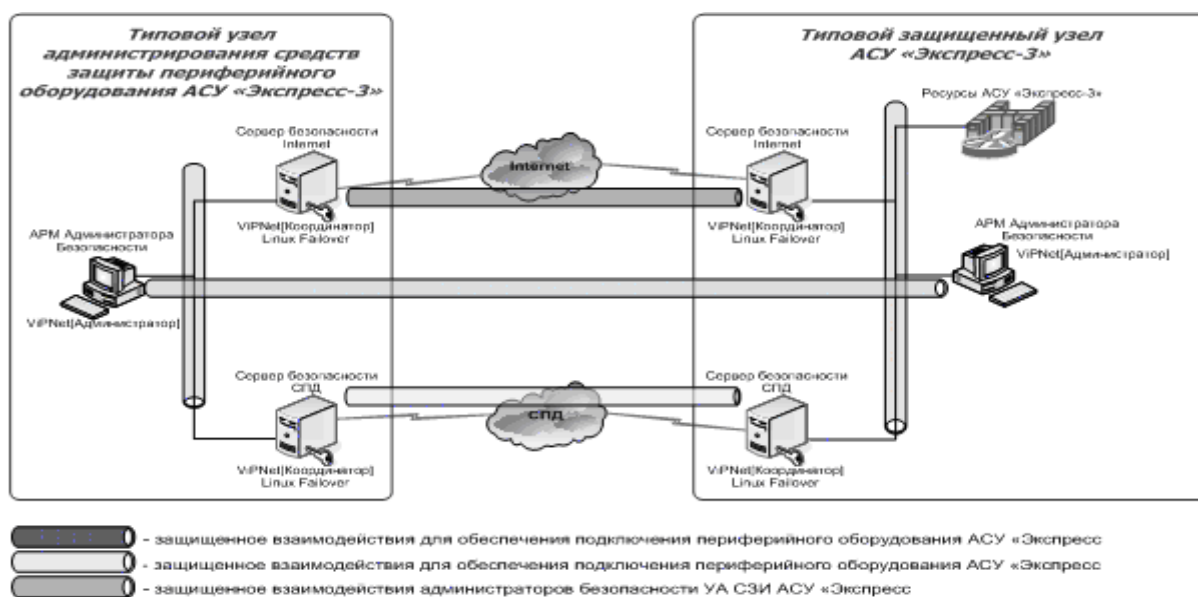
- организация VPN-туннелей для периферийного оборудования КИС «Экспресс-3», подключаемых из внешних (Internet) и внутренних (сеть передачи данных ОАО «РЖД» – СПД) каналов доступа;

- контроль межсетевого взаимодействия периферийного оборудования КИС «Экспресс-3» с центральным узлом базовой железной дороги;

- контроль межсетевого доступа и предотвращение несанкционированного доступа из Internet/СПД.

Типовая схема подключения узла администрирования системы защиты информации периферийного оборудования прикрепленной железной дороги к ресурсам КИС «Экспресс-3» базовой железной дороги представлена на рис. 1. При построении *имитационной модели* системы учитывается работа узлов, входящих в подсистему безопасности (время обслуживания заявок на оборудовании узлов), а также влияние ее функционирования на информационные потоки (маршруты заявок) в системе.

В связи с созданием в июле 2006 г. Федеральной пассажирской дирекции ОАО «РЖД» и техническим развитием КИС «Экспресс-3» к последней выдвигаются новые требования, а также в целях сокращения эксплуатационных расходов рассматривается возможность изменения числа центров обработки данных, их взаимного резервирования, таким образом, возникает необходимость оптимизации архитектуры КИС.



**Рис. 1. Схема подключения периферийного оборудования прикреплённых дорог к ресурсам КИС «Экспресс-3»**

При обосновании архитектуры информационных систем и информационно-телекоммуникационных сетей для ФПД нужно выполнить следующие условия:

1. Обеспечить требуемые характеристики информационного сопровождения перевозочного процесса.

2. Дать оценку эффективности предлагаемых решений относительно архитектуры КИС, учитывая характеристики безопасности, оперативности и стоимости.

Для обоснования выбора вариантов архитектуры информационной системы авторы предлагают создать прогнозную модель с использованием математического аппарата теории систем и сетей массового обслуживания. В качестве объекта, иллюстрирующего применение подхода, выбраны центральный узел КИС «Экспресс-3», развернутый на базе ИВЦ Октябрьской ЖД, и обслуживаемые им дороги в LPAR «Северо-Запад» (LPAR – логическая часть Mainframe).

### Имитационная модель КИС

Для решения поставленной задачи КИС «Экспресс-3» формализована с помощью модели разомкнутой сети массового обслуживания (СеМО). Для расчета характеристик СеМО построена имитационная модель на специализированном языке моделирования GPSS. При построении модели учитывались информационные потоки в системе (маршруты заявок от абонентов между ресурсами КИС «Экспресс-3») (рис. 2), эксплуатационные показатели работы КИС [5], на основании которых производился подбор числовых значений параметров имитационной модели, источниками заявок выступают терминальное оборудование, подключение через СПД и через Интернет.

Узлы «Экспресс-3» представляются с помощью одноканальных систем массового обслуживания (СМО) с дисциплиной продвижения очереди FIFO. При моделировании рассмотрены различные варианты дисциплин обслуживания на узлах, соответствующих подсистеме безопасности, которые можно описать в символической нотации Кендалла [2] как  $M/M/1/\infty$  (вариант БП – без приоритетов),  $M/M/1/\infty/fa$  (вариант АП – с абсолютным приоритетом).

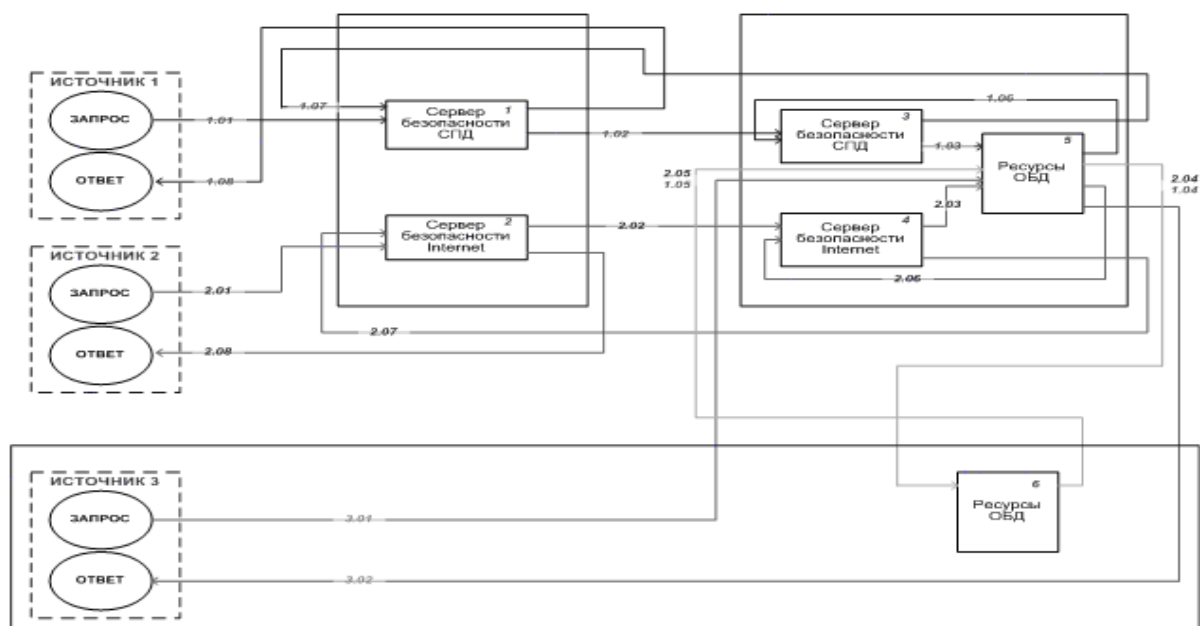


Рис. 2. Информационные потоки между узлами системы

Для выработки рекомендаций на основе анализа архитектура исследована в различных режимах работы, при этом структура системы, характеристики функционирования (время обработки заявок) большинства узлов, маршруты информационных потоков оставались неизменными. В качестве результатов фиксировались значения, являющиеся ключевыми показателями работы системы [1], оценок *времени пребывания заявок в системе* (сек.), для чего были выбраны *вероятности попадания значений СВ в интервал  $[0 \div 5]$  секунд ( $P(t \leq 5)$ )*.

Всего было проведено 14 экспериментов, причем их можно разбить на различные группы в зависимости от изменяющихся параметров архитектуры: по соотношению интенсивностей поступления заявок от источников (вариант «как есть», основанный на данных из [5]); по семь вариантов распределения случайной величины длительности обслуживания (сек.) и ее значения на узлах подсистемы безопасности; по два варианта учета приоритетов на узлах подсистемы безопасности: БП, АП (различные приоритеты у заявок с различными маршрутами).

### Результаты

С помощью имитационной модели получены характеристики оперативности обработки заявок: на рис. 3 приведена зависимость оценки *времени пребывания заявок в системе* (вероятности попадания величины времени пребывания в системе заявок от различных групп источников (терминального оборудования) в интервал 5 секунд) от значений оперативности (значение СВ времени обслуживания заявок на узлах) для вариантов соотношения интенсивностей поступления заявок от источников «как есть».

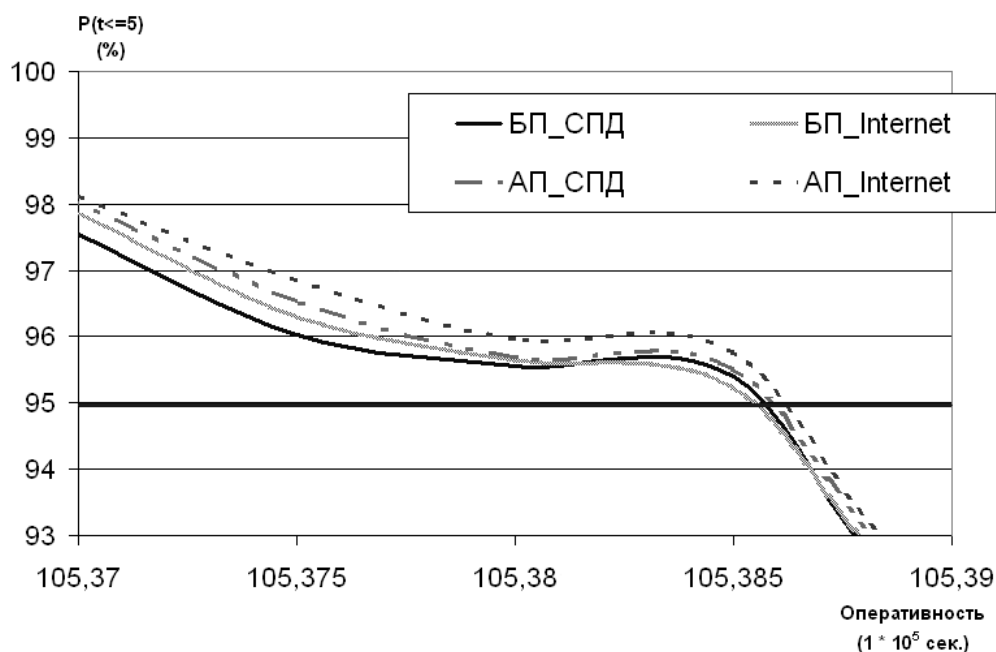


Рис. 3. Результаты имитационного моделирования

Характер графиков на рис. 3 говорит об уменьшении значения показателя исследуемых оценок при увеличении времени обработки заявок на узлах системы. Анализ графиков также показывает, что даже незначительное варьирование параметрами (например, оценками оперативности работы оборудования) системы, имеющей неудовлетворительное значение фиксируемой характеристики, сможет перевести значения в разряд соответствующих требованиям к КИС, обеспечивающей удовлетворительные показатели. При этом можно подобрать оптимальное значение (или диапазон значений) параметров, при которых система однозначно будет удовлетворять предъявляемым требованиям, но не будут использованы избыточные ресурсы. Так, например, требуемый показатель работы системы (вероятность попадания в интервал 5 секунд реакции системы на запрос, на рис. 3 выделено это значение – 95%) в случае отсутствия учета приоритетов (БП) на узлах подсистемы безопасности: достигается при меньшем значении времени обслуживания заявки на узлах, нежели в случае с учетом приоритетов у заявок с различными маршрутами (АП), т. е. второй вариант является более предпочтительным.

Также отметим, что при значениях оперативности, принадлежащих диапазону 105,383-105,386, видим выпуклые изгибы графиков. Это можно объяснить тем, что правее указанного интервала зависимость общего времени пребывания заявки в системе от быстродействия узлов, чьи параметры изменяли при проведении экспериментов с имитационной моделью (в данном случае это компоненты подсистемы безопасности), более выражена, левее же указанного диапазона зависимость от изменения оценки оперативности ослабевает. На общую оценку времени реакции системы, а также характер указанной зависимости влияет комбинация параметров остальных узлов КИС (их влияние на время отклика КИС). Таким образом, можно не только подобрать оптимальные значения параметров исследуемых компонентов системы, но и указать границу интервала ослабления характера зависимости от комбинации параметров остальных узлов системы (на рисунке – участок левее указанного диапазона).

### Заключение

Результаты моделирования используются при подборе оптимальной с точки зрения производительности и быстродействия модификации реальной системы, при этом необходимо также оценивать характеристики, касающиеся стоимости непосредственно оборудования и обеспечения должного уровня безопасности. Результаты имитационного моделирования КИС целесообразно использовать с целью подбора оптимальных параметров архитектуры сложной системы.

### Литература

1. Схема подключения узла администрирования средство защиты информации периферийного оборудования КИС «Экспресс-3». ОАО «РЖД», 2005.
2. **Хомоненко А. Д.** Численные методы анализа систем и сетей массового обслуживания. МО СССР, 1991.
3. **Боев В. Д.** Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
4. **Хомоненко А. Д., Тутаева Т. И.** Оценка характеристик оперативности работы КИС «Экспресс-3» с учетом функционирования подсистемы безопасности информации//Методы и технические средства обеспечения безопасности информации: Материалы XVI Общероссийской научно-технической конференции. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. С. 20.
5. Справки о работе региональной АСУ «Экспресс-3» Санкт-Петербург с 01.05.07 по 31.05.07 и с 01.06.07 по 21.06.07.