



Рис.3. Модель смены полосы движения

Интерфейс пользователя включает в себя панель инструментов для быстрого доступа функционалу программы (например, установка дорожного знака на УДС). Получение информации об объектах в системе реализовано в интерактивном режиме: необходимо левой клавишей мыши выбрать объект, после чего на экране появится форма, отображающая состояние объекта с возможностью редактирования некоторых свойств (например, для знака ограничения скорости возможна смена его номинала). Также на панели инструментов доступны клавиши «Старт», «Пауза» и «Стоп», управляющие процессом моделирования.



Рис. 4. Разработанная система в режиме моделирования

Литература

1. Введение в математическое моделирование транспортных потоков / А.В. Гасников, С.Л. Кленов и др. – М.: МЦНМО, 2013. – С. 107-113.
2. Швецов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11. – С. 1–43.
3. Головнин О.К. Анализ транспортных моделей имитационных платформ // ИТ & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара: Интелтранс, 2014. – Т. 1. – С. 19–28.
4. Сидоров А.В., Соловьев А.В., Хворов А.В. Моделирование движения транспорта на нерегулируемом перекрестке // Перспективные информационные



технологии: труды конференции. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015. – С. 117–119.

5. Martin Treiber. General Lane-Changing Model for Car-Following Models [Электронный ресурс]. – URL: www.mtreiber.de/publications/MOBIL_TRB.pdf.

6. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, О.Н. Сапрыкин – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с.

А.В. Гурьянов

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ МАРШРУТОВ ДЛЯ ВНУТРИРОССИЙСКОГО ТРАФИКА

(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва)

Надёжная работа информационных ресурсов, систем управления и связи имеет исключительное значение для безопасности страны. Проведенные в 2014 году Министерством связи и массовых коммуникаций межведомственные тренировки по предотвращению попыток нарушить устойчивую работу российского сегмента интернета выявили, что одной из самых важных задач безопасности является учет и контроль внешних каналов связи. Российские специалисты показали, что большинство из них не учтены и находятся вне контроля [9].

Настоящая работа посвящена исследованию методов мониторинга над иностранным трафиком и внутрироссийским трафиком, который может маршрутизироваться на иностранных роутерах. Для оценки качества соединений разработаны стандарты IETF, объединённые под общим названием IP Performance Metrics [4]. IPPM – это метрики, которые описывают качество, производительность, и надёжность приложений, доставляющих данные через Интернет. Основными метриками являются: односторонняя (OWD) и двусторонняя задержка (RTT), джиттер (вариация задержки), потеря пакетов, доступная полоса [1, 2].

Задержка пакетов является важным параметром производительности и быстродействия компьютерной сети. Исследование задержки пакетов важно для задач математического моделирования передачи трафика по сети, систем реального времени, а также для исследования характеристик производительности сетей. Для наших исследований будет использоваться односторонняя задержка (One-Way Delay). Односторонняя задержка пакетов – это время необходимое для передачи пакета по сети от источника до получателя [3]. На данных о задержке можно сформировать условие для выделения трафика с особенностями маршрутизации. В первую очередь, нас интересует трафик, который маршрутизируется не оптимально географически. Достаточно часто взаимодействие между автономными системами крупных интернет провайдеров про-



исходит на граничных узлах, что делает доступным анализ внутрироссийского трафика.

Для выявления аномальной географической маршрутизации требуются дополнительные исследования. Luca Carbone и Fabrizio Cossetti установили, что качество сетевых соединений имеет связь между расстоянием и задержкой [6]. Ранее в 1999 году Almes, Kalidini и Zekauskas установили, что в современном Интернете, путь от источника к месту назначения может отличаться от пути от места назначения обратно к источнику («асимметричные пути») [3]. В 2014 году в СГАУ создано специальное устройство NetTestBox, которое способно измерять одностороннюю задержку и доступную пропускную способность канала между удаленными точками. Измерительная технология использует синхронизацию времени с помощью ГЛОНАСС/GPS приемников [7].

В компоненте задержки D можно выделить две основных составляющих, физическую и телекоммуникационную компоненты. Постоянная составляющая дает оценку сверху для физической компоненты задержки D_{phys} [5].

$$D_{phys} \leq D_{min}$$

Величина D_{min} показывает минимальную задержку для пакетов заданного размера, с которой тот может быть передан по сети из пункта отправки в пункт назначения.

Физическая компонента – это время передачи электромагнитного импульса по тракту. Телекоммуникационная задержка – это время затраченное на формирование и обработку сигнала телекоммуникационными устройствами [5].

По данным о физической задержке можно судить о телекоммуникационной длине маршрута $l_{tel} = c_{opt} D_{min}$. Её можно сравнить с географическим расстоянием между точками.

В работе [8] вводится величина, которая называется коэффициентом эффективности географической маршрутизации. Этот коэффициент равен отношению телекоммуникационной длины к ее географическому аналогу:

$$k = \frac{l_{tel}}{l_g} = \frac{c_{opt} D_{min}}{l_g}$$

Показано, что чем больше это отношение, тем менее эффективна географическая маршрутизация в данном направлении и для $k \leq 2,5$, можно считать географическую маршрутизацию эффективной. Если коэффициент $k > 6$, то маршрутизация осуществляется через географически удаленный маршрут.

Используя NetTestBox, были сняты значения задержки пакетов на различных маршрутах в четырех точках: Самара, Тольятти, Ростов-на-Дону и Колумбия. Для расчёта времени физического преодоления между нашими двумя точками составим таблицу 1, в которой будет указано географическое расстояние и минимальное время односторонней задержки.

На основании данных из Таблицы 1 легко рассчитать коэффициенты эффективности географической маршрутизации для всех приведенных направлений. Результаты этих расчетов сведены в Таблицу 2. Так же видно, что на маршруте Самара-Тольятти путь от места назначения обратно к источнику сильно



отличается. Это говорит о том, что происходит перенаправление трафика через Москву.

Таблица 1. Данные о задержки пакетов и расстояние между узлами.

$D_{min}, \text{мс}$ $l_g, \text{км}$	Самара	Тольятти	Ростов-на-Дону	Колумбия
Самара	$D_{min}, \text{мс}$ $l_g, \text{км}$	3,1 85	17,3 996	87,2 9176
Тольятти	18,6 85	$D_{min}, \text{мс}$ $l_g, \text{км}$	15,5 981	86,9 9121
Ростов-на-Дону	17,3 996	16,6 981	$D_{min}, \text{мс}$ $l_g, \text{км}$	85,4 9343
Колумбия	84,3 9176	96,6 9121	82,3 9343	$D_{min}, \text{мс}$ $l_g, \text{км}$

Таблица 2. Коэффициенты эффективности географической маршрутизации.

k	Самара	Тольятти	Ростов-на-Дону	Колумбия
Самара	k	7.35	3.47	1.89
Тольятти	43.76	k	3.16	1.91
Ростов-на-Дону	3.47	3.38	k	1.83
Колумбия	1.84	2.12	1.76	k

Из данных в Таблице 2 можно сделать вывод, что в Америке оптимальная межконтинентальная маршрутизация, так как там расположена крупнейшая точка обмена трафиком в Нью-Йорке, поэтому в Колумбии наименьшее значение коэффициента.

Рассчитаем пороговые значения задержки для некоторых маршрутов, которые могут свидетельствовать о том, что внутрироссийский трафик обслуживается на граничных маршрутах. Ближайшие к РФ международные точки обмена трафика это Стокгольм, Амстердам и Франкфурт-на-Майне. Предположим, что трафик между Самарой и Москвой обслуживается на Франкфуртской IX (Internet Exchange Point). В этом случае минимальное время задержки должно превысить 55 мс. На маршруте между Самарой и Ростовом-на-Дону при обслуживании через Амстердам минимальное время задержки составит 70 мс.

Таким образом, для различных направлений внутрироссийского трафика можно установить предельные значения задержки, при превышении которых требуется дополнительное исследование маршрута для того, чтобы обнаружить аномальные пути.

Литература

1. Stephan E. IP Performance Metrics (IPPM) Metrics Registry. Telecom R&D 2005, France.



2. Paxson V., Almes G., Mahdavi J., Mathis M., Framework for IP Performance Metrics, 1998.
3. Almes G., Kalidindi S., Zekauskas M., A One-way Delay Metric for IPPM, Advanced Network & Services, 1999.
4. De Vito L., Rapuano S., Tomaciello L. One-way delay measurement: State of the art // Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on. – 2008. – Т. 57. – №. 12. – С. 2742-2750.
5. Sukhov A.M., Astrakhantseva M.A., Pervitsky A.K., Boldyrev S.S., Bukatov A.A., Generating a Function for Network Delay, Russia.
6. Carbone, L., Coccetti, F., Dini, P., Percacci, R., & Vespignani, A. (2003). The spectrum of internet performance. Passive and Active Measurements (PAM2003).
7. Vinogradov, N. I., Sagatov, E. S., & Sukhov, A. M. (2015, November). Device for measuring one-way network delay with microsecond accuracy. In Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2015 23rd (pp. 133-136). IEEE.
8. Sukhov, A. M., & Onoprienko, A. V. (2014, November). Evaluating the effectiveness of geographic routing based on RIPE Atlas data. In Telecommunications Forum Telfor (TELFOR), 2014 22nd (pp. 107-110). IEEE.
9. Информационно-аналитический портал об интернет-провайдинге [Электронный ресурс] / Законопроект Минкомсвязи о государственном контроле российского сегмента сети Интернет; 2016 — Режим доступа: <http://nag.ru/go/text/28707/>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

А.И. Забирова

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЕМ ТРАНСПОРТА

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Электротранспорт входит в число крупнейших потребителей электроэнергии России, которая занимает обширную территорию с различными природными особенностями. Железнодорожный транспорт, поражающий своей универсальностью, способностью удовлетворять потребности населения в перевозках практически во всех климатических зонах, имеет возможность обслуживать все отрасли экономики, поэтому составляет основу транспортной системы Российской Федерации. На его долю приходится около 8% всей вырабатываемой электроэнергии страны. С этим связано повышенное внимание к работе энергоустановок в последнее время. Актуальными становятся вопросы эффективной работы оборудования, питающего электрическими мощностями железнодорожную сеть.

При анализе существующих информационных средств на энергооборудующих предприятиях было выявлено, что применяемые системы позволяют получать данные в реальном режиме времени, а также видеть момент отказа



оборудования. Применяемые системы зачастую не обеспечивают необходимые показатели для эффективного управления и энергосбережения при воздействии дестабилизирующих факторов. Поэтому возникает необходимость в разработке систем, способных предотвращать аварийные ситуации и отслеживать момент перегрузки оборудования, что в свою очередь повысит эффективность контроля функционирования систем электроснабжения.

Целью данного проекта является – разработка научных основ, стратегии и принципов для повышения технического совершенства и надежности функционирования систем автоматизированного управления устройствами электроснабжения.

Наиболее эффективным средством повышения надежности работы энергоустановок, осуществляющих обеспечение электрическими мощностями важное технологическое оборудование, является внедрение методов и средств оперативной диагностики.

Замысел проекта состоит в разработке информационной системы управления энергооборудованием транспорта, которая позволит отслеживать режимы работы энергоустановок и на основании полученных показателей, выдавать информацию о «предельном» состоянии оборудования, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, а это в свою очередь позволит эффективно использовать оборудование и снизить затраты на его содержание.

Преимущество данной системы заключается в возможности получения всей необходимой информации из уже существующих систем на ОАО «РЖД», тем самым сокращаются затраты на внедрение.

Информационная система управления энергооборудованием транспорта позволит повысить эффективность работы силовых установок, тем самым предотвращая возникновение аварийных ситуаций.

Безусловно, широкое внедрение систем автоматизированного управления техническим состоянием энергооборудования, с учетом интенсивности эксплуатации в электросетевых хозяйствах железнодорожного транспорта, обеспечит существенный экономический эффект в масштабах электроэнергетической системы страны.

Литература

1. Атамалян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин. М.: Дрофа, 2005. – 415с.
2. Ацюковский В. А. Основы организации системы цифровых связей в сложных информационно-измерительных комплексах. М.: Энергоатомиздат, 2001. – 97с.
3. Бойко, С. В. Оценка надежности АИИС КУЭ. М.: Пенза. 2007. – 78-79с.
4. Железко Ю.С. Расчет технологических потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко // Энергетик. 2003. - №2. - с. 29-33.