

*На правах рукописи*



Маликова Ольга Николаевна

**МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ  
ОТРАСЛИ**

Специальность: 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Москва

2013

Работа выполнена на кафедре «Радиотехника и электросвязь» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный университет путей сообщения» (МГУПС МИИТ)

Научный руководитель: Ромашкова Оксана Николаевна  
доктор технических наук, профессор  
заведующая кафедрой "Прикладная информатика"  
Института математики и информатики ГБОУ ВПО  
"Московский городской педагогический университет"  
(МГПУ), г. Москва

Официальные оппоненты: Галкин Александр Павлович  
доктор технических наук, профессор  
кафедры «Радиотехники и радиосистем» ФГБОУ ВПО  
«Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича  
Столетовых» (ВлГУ), г. Владимир

Шатковский Олег Юрьевич  
кандидат технических наук,  
технический директор ЗАО « ФОРАТЕК АТ», г. Москва

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»,  
г. Москва

Защита состоится «2» июля 2013 г. в 14-00 на заседании диссертационного совета Д 212.025.04 при Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых по адресу: 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87, ауд. 301-3.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по адресу: 600000, Владимир, ул. Горького, д. 87, ВлГУ, ФРЭМТ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

Автореферат разослан «27» мая 2013 г.

Учёный секретарь диссертационного совета  
доктор технических наук, профессор



А.Г. Самойлов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность работы

Одной из основных задач железнодорожной отрасли является повышение качества ее работы за счет предоставляемых телекоммуникационных услуг. Усиливающаяся конкуренция на рынке телекоммуникаций, постоянно возрастающие требования к ассортименту, функциональности и качеству услуг - ставят перед телекоммуникационными компаниями задачу повышения эффективности эксплуатационной деятельности. Основной особенностью деятельности телекоммуникационных компаний является их ориентированность на информационные процессы эксплуатационной деятельности, необходимость организации управления отдельными услугами связи и информационными ресурсами.

Для достижения результатов на рынке предоставления конвергентных телекоммуникационных услуг и более эффективного использования имеющихся информационных ресурсов важную роль играют современные технологии процессного управления, описания, анализа и оптимизации информационных процессов управления эксплуатационной деятельностью.

В основе решения указанных проблем лежат:

- теоретические и прикладные исследования анализа и моделирования систем управления телекоммуникационными сетями Б.С. Гольдштейна, Г.Г. Яновского, В.В. Репина, В.Г. Елиферова, К.Е. Самуйлова, А.В. Шеер и др.

**Задачи** анализа и разработки методов моделирования и оценки качества процессов управления эксплуатационной деятельностью и процессов предоставления услуг в телекоммуникационных компаниях (ТК) железнодорожной отрасли **являются актуальными**. Результаты диссертации направлены на решение этих задач и предназначены для использования при разработке новых средств управления процессами эксплуатационной деятельности ТК.

**Объектом** исследований диссертационной работы являются информационные процессы управления эксплуатационной деятельностью ТК на сетях связи железнодорожной отрасли.

**Предмет** исследований – параметры информационных процессов управления эксплуатационной деятельностью и показатели качества услуг связи, оказываемых железнодорожными ТК.

**Целью** настоящей диссертационной работы является разработка моделей и методов оценки качества информационных процессов управления эксплуатационной деятельностью телекоммуникационных компаний железнодорожной отрасли и

создание системы показателей качества услуг связи.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решены следующие основные **задачи**.

1. Разработка информационной модели железнодорожных ТК для различных уровней иерархического управления эксплуатационной деятельностью.

2. Определение, систематизация и классификация услуг железнодорожной связи.

3. Создание системы показателей качества услуг связи, предоставляемых железнодорожной ТК.

4. Анализ и разработка методов расчета показателей качества услуг связи в сети ремонтно-оперативной радиосвязи ROPS GSM .

**Методы исследований.** Поставленные задачи решались с использованием теории и методов анализа и моделирования информационных процессов управления телекоммуникационными сетями, включая методы исследования качества распределения ресурсов в сетях связи. Широко использовались методы математического моделирования на ЭВМ и экспериментальных исследований.

#### **Научная новизна.**

1. Разработана новая альтернативная (матричная) организационная структура железнодорожной ТК, позволяющая повысить эффективность основных информационных процессов управления и сократить общее время их исполнения в 1,2 раза.

2. Впервые разработаны информационные модели процессов управления эксплуатационной деятельностью железнодорожной ТК на различных уровнях иерархического управления эксплуатационной деятельностью.

3. Разработаны алгоритмы поддержки операционной деятельности ТК, позволившие формализовать информационные процессы управления, обеспечивавшие повышение эффективности использования рабочего времени и сокращение трудозатрат в среднем на 7,5%.

4. Создана новая единая система показателей качества услуг связи, предоставляемых железнодорожными ТК. По результатам экспериментов определены допустимые значения показателей качества услуг связи, включая конвергентные, на примере железнодорожной ТК.

#### **Практическая значимость.**

1. Применение разработанной информационной модели компании связи позволяет автоматизировать информационные процессы управления эксплуатационной деятельностью компании и повышает качество обслуживания

пользователей и эффективность управления компанией.

2. Разработаны модели информационных процессов управления эксплуатационной деятельностью, использование которых позволяет формализовать организационную деятельность, что приводит к более эффективному использованию рабочего времени.

3. Разработаны классификация и система показателей качества услуг связи, предназначенные для оценки качества услуг как для действующих, так и проектируемых телекоммуникационных сетей железнодорожного транспорта.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов обусловлена корректным применением используемых математических методов. В работе выполнены эксперименты по аналитическому и имитационному моделированию информационных процессов управления, сопоставление результатов которых между собой и с результатами измерений позволяют утверждать о корректности используемых моделей. Полученные результаты согласуются с результатами работ других авторов.

**Внедрение результатов работы.** Результаты диссертации использованы в 3-х НИР ООО «ТрансТелеКом-Бизнес», выполненных по заказу Центральной станции связи – филиала ОАО «РЖД».

Результаты диссертации использованы в учебном процессе кафедры «Радиотехника и электросвязь» МИИТа.

#### **Основные положения и результаты, выносимые на защиту.**

1. Информационные модели компаний связи на железнодорожном транспорте для различных уровней иерархического управления эксплуатационной деятельностью и критерии для оценки эффективности информационных процессов управления.

2. Модели и алгоритмы поддержки операционной деятельности по оказанию услуг связи железнодорожной ТК.

3. Единая система показателей качества услуг связи, предоставляемых железнодорожной ТК, построенная на основе актуальной классификации услуг железнодорожной связи.

4. Результаты анализа и измерений, по которым определены допустимые значения показателей качества услуг связи, включая конвергентные, оказываемые на телекоммуникационных железнодорожных сетях.

**Апробация работы.** Основные результаты и положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 14 Международной телекоммуникационной конференции молодых ученых и студентов «Молодежь и наука» (Москва, 2011); 5, 6

и 7 Отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества» (Москва, 2011, 2012, 2013); Всероссийской конференции (с международным участием) «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем» (Москва, 2011, 2013); IX Международной научной конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации» (Владимир-Суздаль, 2011).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 12 научных работ, среди которых: 4 статьи в периодических изданиях, рекомендованных ВАК, 1 статья в научно-техническом журнале, 7 докладов в трудах и тезисах международных, всероссийских и отраслевых конференций. В совместных публикациях автор участвовал с другими авторами в равной степени.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, перечня сокращений, библиографического списка, включающего 137 наименований, 3 приложений. Содержание работы изложено на 149 страницах основного текста, включая 68 иллюстраций и 22 таблицы.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** сформулированы основные задачи исследования, обоснованы актуальность темы диссертации, научная новизна разработанных методик и практическая значимость работы. Приведены структура и краткое содержание диссертационной работы, а также основные положения, выносимые на защиту. Рассмотрены предметная область и цели исследования.

**В первой главе** произведен анализ информационных процессов управления эксплуатационной деятельностью железнодорожной ТК на примере Центральной станции связи – филиала ОАО «РЖД» (ЦСС).

Выделены три уровня иерархического управления эксплуатационной деятельностью: уровень ОАО «РЖД», региональный уровень, включающий дирекции связи и региональные центры связи, а также уровень внешних организаций, участвующих в эксплуатационной деятельности ЦСС по оказанию услуг связи.

Построена модель телекоммуникационной компании как открытой системы и выявлены факторы, влияющие на информационные процессы управления эксплуатационной деятельностью компании на всех уровнях иерархического управления.

Построено дерево целей компании для основного сквозного направления

эксплуатационной деятельности: оказание услуг связи. Основные задачи управления эксплуатационной деятельностью ЦСС на трех уровнях иерархического управления в рамках указанной цели.

Классифицированы основные информационные процессы управления эксплуатационной деятельностью ЦСС по оказанию услуг связи.

**Во второй главе** выполнен анализ существующих методов информационного моделирования процессов управления эксплуатационной деятельностью ТК, структурного подхода к моделированию с использованием технологий семейства IDEF (Integrated DEFinition – методология функционального моделирования).

Проанализирована и модернизирована информационная модель управления процессами ТК с разнородной структурой. Применен объектно-ориентированный подход к информационному моделированию и использована модель SID (Shared Information and Data Model - модель совместно используемых данных) – единая информационная модель для анализа соответствующих процессов управления эксплуатационной деятельностью.

На основе модели SID и карты процессов eТОМ (Enhanced Telecom Operations Map — расширенная карта процессов деятельности телекоммуникационной компании) описаны основные домены модели SID, в том числе, домен «Услуга». Применение домена «Услуга» показано на примере телекоммуникационной компании железнодорожной отрасли регионального уровня и уровня ОАО «РЖД». Компания оказывает/использует услуги железнодорожной электросвязи (услуги телефонной связи, услуги радиосвязи, услуги передачи данных). Компания предоставляет услуги широкополосного доступа в интернет (ШПД) по технологии ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия), коммутируемого доступа, IP-телефонии, хостинга и др.

Рассмотрена услуга передачи данных, включающая широкополосный интернет-канал, организуемый по технологии ADSL. В работе исследованы также другие услуги телекоммуникационной компании, в том числе, «Ресурсоориентированная\_услуга» - «Интернет\_почта» и «Предоставление IP адресов», и такие «Клиентоориентированные\_услуги», как «Круглосуточная\_техническая\_поддержка», «Самостоятельное\_подключение», «Web-хостинг» и «Почтовый хостинг», которые также включены в «Продукт» - «Услуги передачи данных».

Сформированы критерии оценки эффективности информационных процессов управления эксплуатационной деятельностью, подлежащих автоматизации, и в рамках практической реализации применения выделенных критериев проведен

детальный анализ основных информационных процессов эксплуатационной деятельности телекоммуникационной компании.

**В третьей главе** создана карта приложений, позволяющая описать все информационные процессы управления деятельностью ТК по предоставлению услуг связи и проанализировать их на различных уровнях детализации в зависимости от их значимости и приоритетности телекоммуникационной компании железнодорожной отрасли.

Разработаны модели и алгоритмы поддержки эксплуатационной деятельности железнодорожной ТК, позволившие формализовать информационные процессы управления эксплуатационной деятельностью, повысить эффективность использования рабочего времени и сократить трудозатраты на 7,5%.

1. Для информационных процессов управления уровня ОАО «РЖД» - на примере моделирования и алгоритмизации процессов управления «Организация и проведение видеоконференции аппарата управления ОАО «РЖД»» и «Организация и проведение аудиоконференции аппарата управления ОАО «РЖД»»

2. Для регионального уровня:

- Описана организационная структура Муромского регионального центра связи. Предложена альтернативная структура управления (матричная), которая более эргономична и функциональна. Разработаны модели и алгоритмы поддержки эксплуатационной деятельности регионального центра связи, позволившие формализовать информационные процессы управления эксплуатационной деятельностью (один из примеров представлен на рисунке 1)

- Создана имитационная модель процесса, с помощью которой можно проанализировать поведение системы (Муромского РЦС) в случае изменения параметров. Данная модель может быть расширена на любое количество процессов подобного типа. Модель унифицирована и может быть применена в любом РЦС, позволяет осуществлять мониторинг и анализ существующих процессов эксплуатационной деятельности в автоматическом режиме, а также и при осуществлении контроля процессов и стратегическом планировании.

3. Для уровня сторонних организаций – на примере компании, предоставляющей конвергентные услуги связи по технологии FMC (Fixed-Mobile Convergence) в сети РОРС GSM (ремонтно-оперативная радиосвязь ОАО «РЖД» на базе сетей подвижной связи стандарта GSM) выполнена классификация основных информационных процессов поддержки эксплуатационной деятельности компании, разработаны модели процессов и проведена их декомпозиция.



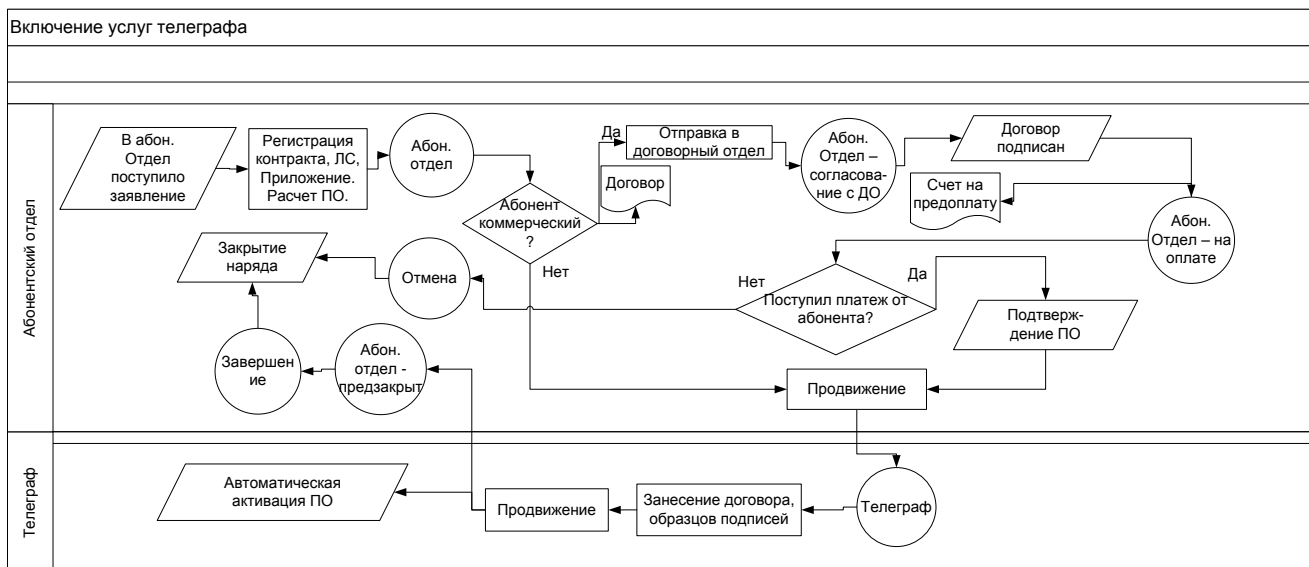


Рисунок 1. Модель процесса управления эксплуатационной деятельностью «Включение услуг телеграфа»

**Четвертая глава** посвящена разработке системы показателей качества услуг связи, предоставляемых железнодорожными телекоммуникационными компаниями.

На основе выполненного анализа разработана классификация услуг железнодорожной электросвязи. Для услуг железнодорожной электросвязи разработаны единичные показатели качества и предложен математический аппарат для определения их параметров.

Разработаны обобщенные показатели качества и принципы их определения, а также интегральный показатель качества. Примером единичного показателя качества обслуживания пользователей, относящегося к предоставлению услуги связи, является доля заявлений пользователей, обслуженных в контрольные сроки.

Интегральный показатель качества рассчитывается из обобщенных показателей качества услуги, работы сети и обслуживания пользователей. Для расчета могут использоваться все или наиболее важные показатели из каждой группы. Каждому выбранному показателю, присваивается свой весовой коэффициент, который определяется методом экспертных оценок.

Интегральный показатель качества (деятельности владельца телекоммуникационной инфраструктуры железнодорожного транспорта или его структурного подразделения) - показатель, характеризующий деятельность владельца телекоммуникационной инфраструктуры железнодорожного транспорта или его структурного подразделения по предоставлению ими услуг на сети железнодорожной электросвязи в части качества услуг связи и качества их предоставления.

Интегральный показатель качества вычисляют по формуле<sup>1</sup>

$$K_u = \sum_{i=1}^N K_{yi} M_{yi} + \sum_{j=1}^M K_{Cj} M_{Cj} + \sum_{k=1}^L K_{Ok} M_{Ok} \quad (1)$$

где  $K_u$  - значение интегрального показателя;

$N$  - количество показателей качества услуги, выбранных экспертами для расчета интегрального показателя;

$K_{yi}$  - значение  $i$ -го обобщенного показателя качества услуги;

$M_{yi}$  - значение  $i$ -го весового коэффициента из  $N$  для обобщенных показателей качества услуги;

$K_{Cj}$  - значение  $j$ -го обобщенного показателя качества работ сети;

$M$  - количество показателей качества работы сети, выбранных экспертами для расчета интегрального показателя;

$M_{Cj}$  - значение  $j$ -го весового коэффициента из  $M$  для обобщенных показателей качества услуги;

$K_{Ok}$  - значение  $k$ -го обобщенного показателя обслуживания пользователей;

$M_{Ok}$  - значение  $k$ -го весового коэффициента из  $L$  для обобщенных показателей качества;

$L$  - количество показателей качества обслуживания пользователей, выбранных экспертами для расчета интегрального показателя.

При выборе весовых коэффициентов должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{i=1}^N M_{yi} + \sum_{j=1}^M M_{Cj} + \sum_{k=1}^L M_{Ok} = 1 \quad (2)$$

(или 100% в зависимости от выбранного способа оценки).

Разработана методика экспериментального исследования и расчета показателей качества конвергентных услуг связи на сети ремонтно-оперативной радиосвязи ROPC GSM.

На рисунке 2 изображено соответствие между функциональными элементами традиционной телефонной сети и функциональными элементами сети NGN:

- узел коммутации услуг (SSP) и коммутатор мобильной сети (MSC) -сеть доступа, транспортная сеть и Softswitch;

- узел управления услугами (SCP), домашний/гостевой регистр (HLR/VLR) соответствуют приложениям;

- интеллектуальная периферия (IP) соответствует медиа-серверам;

- GSM узлы услуг - узлам услуг NGN.

Это свойство также значительно облегчает анализ сети NGN, так как многие принципы, присущие элементам традиционной телефонной сети сохраняются для соответствующих элементов сети NGN, а значит, свойственны и для сети POPC GSM.

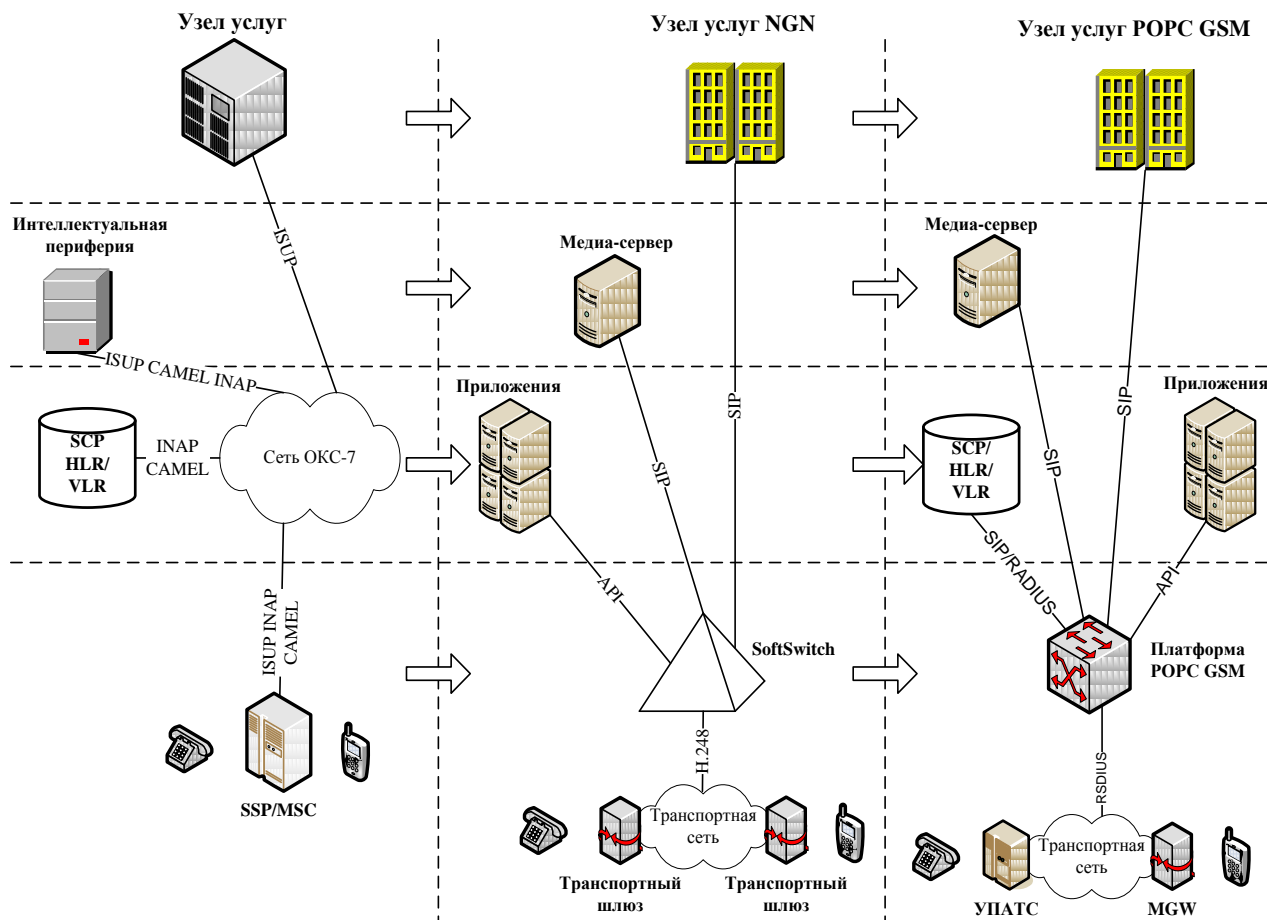


Рисунок 2. Сравнение элементов традиционной телефонной сети, сети NGN и сети POPC GSM

Зависимость качества услуг NGN/POPC GSM от основных влияющих факторов в самом общем виде:

$$QoS \text{ услуги NGN} = F[\{\text{доступ к услуге}\}\{\text{транспортная сеть}\}\{\text{узлы услуг}\}\{\text{приложения}\}]$$

Для инфокоммуникационных услуг, которые исследуются в работе, из множества разных характеристик выбраны две группы:

- параметры задержек – величина задержки и ее вариация;
- вероятность отказа в предоставлении услуги.

Качество услуг для сети доступа зависит от архитектуры и типа сети. В качестве сети доступа могут выступать: ССОП, сети IP-телефонии, сети xDSL-доступа,

технологиях оптического доступа (OAN–Optical Access Networks), радиодоступа (WLL), TDM и др. Анализ данных сетей уже проведен рядом исследователей, и в данной работе систематизируются и модернизируются результаты некоторых из этих исследований. Примером параметра качества инфокоммуникационной услуги является параметр «сквозного качества услуги», применяемый для телефонных услуг. В качестве параметров в работе выбраны сквозная задержка ответа сети на запрос услуги  $T_{e-e}$  и сквозная вероятность потери запроса на предоставление услуги  $P_{e-e}$  (рисунок 3).

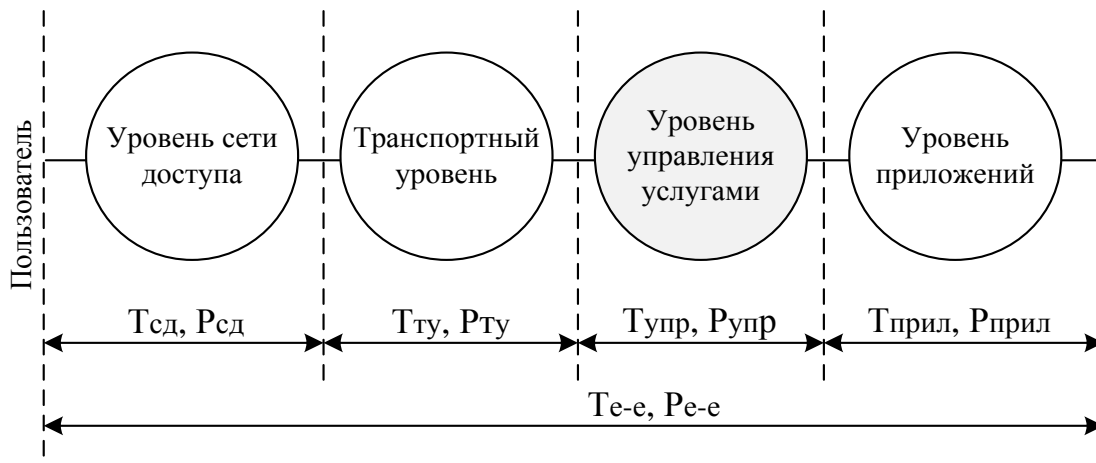


Рисунок 3 – «Сквозное» качество услуги

Поскольку исследуется архитектура сети POPC GSM, которая рассматривается как мультисервисная сеть, - задержка ответа сети на запрос услуги  $n$  определяется известным для мультисервисных сетей соотношением<sup>2</sup>

$$T_{\text{ядро}} = T_{e-e}(n) - (T_{\text{сд}}(n) + T_{\text{тс}}(n)),$$

$$P_{\text{ядро}} = 1 - \frac{P_{e-e}(n) - 1}{(1 - P_{\text{тс}})(1 - P_{\text{сд}})^2}, \quad (3)$$

где  $T_j(n)$  - компонента задержки в элементе  $j$  (сд-сети доступа, тс-транспортной сети, ядро – ядро сети) для услуги  $n$ ,

$P_j$ - вероятность потери запроса на предоставление услуги в компоненте сети  $j$  (сд-сети доступа, тс-транспортной сети, ядро – ядро сети),

$T_{e-e}$  - сквозная задержка ответа сети на запрос услуги,

$P_{e-e}$  - сквозная вероятность потери запроса на предоставление услуги.

Сквозная вероятность потери запроса на предоставление услуги  $n$  определяется из выражения:

$$P_{e-e}(n) = 1 - \prod_{j=1}^3 (1 - P_j)^{c_n} = 1 - (1 - P_{\text{сд}})^2 (1 - P_{\text{тс}})^2 (1 - P_{\text{ядро}}), \quad (4)$$

Для оценки сквозного качества услуг могут быть использованы различные

характеристики, а именно, максимально допустимая задержка ответа сети на запрос услуги и максимально допустимая вероятность потери запроса.

Из выражений (3) и (4) получены необходимые соотношения ограничения - выражения для анализа критериев качества услуги POPC GSM получено в виде

$$P_b \leq P^* \quad (5)$$

$$T \leq T^* \quad (6)$$

Таким образом, критерии качества выглядят следующим образом: задержка обработки запроса  $T$  на предоставление услуги меньше нормированного значения  $T^*$ , а вероятность отказа в предоставлении услуги  $P_b$  меньше  $P^*$ . Несмотря на кажущуюся простоту этих выражений, знание этих параметров дает возможность выбора варианта структурно-функционального построения сети POPC GSM с учетом исходных данных по качеству предоставления услуг.

С целью исследования реального трафика и выявления его характерных особенностей был проведен сбор статистики трафика сети POPC GSM Московской железной дороги. Результаты экспериментального анализа использованы при проверке методики повышения качества предоставления конвергентных услуг в сети POPC GSM ОАО «РЖД».

Эксперимент состоял из следующих этапов:

- сбор и анализ нагрузки на центральном узле связи POPC GSM ОАО "РЖД";
- сбор и анализ потока вызовов на центральном узле связи POPC GSM ОАО "РЖД";
- определение временных задержек при установлении вызова в сети POPC GSM ОАО «РЖД» для определения уровня нетерпения абонентов сети – оценка качества предоставляемых услуг пользователями услуг при их непосредственном использовании.

Для сбора данных использовался центральный узел связи сети POPC GSM Московской железной дороги (рисунок 4). Был рассмотрен трафик поступающих на центральный сервер маршрутизации вызовов. Сбор статистики проводился в операционной системе Linux сервера маршрутизации.

В работе выполнен анализ и выбор характеристик законов распределения вероятностей, используемых для описания различных типов трафика в конвергентной сети POPC GSM.

В диссертации проведены измерения трафика, обслуженного шлюзом POPC GSM в марте 2010 г. Сбор данных осуществлялся на маршрутизаторе центрального узла сети POPC GSM с помощью встроенного аппаратно-программного устройства Cisco Netflow. Один из примеров, полученных в диссертации зависимостей

(усредненные данные на 5-ти минутных интервалах) распределения количества вызовов в рабочие дни от времени представлены для одного из вариантов измерения (на интервале 00:00 01.03.2010 г. – 23:59. 01.03.2010 г.), показан на рисунке 5.

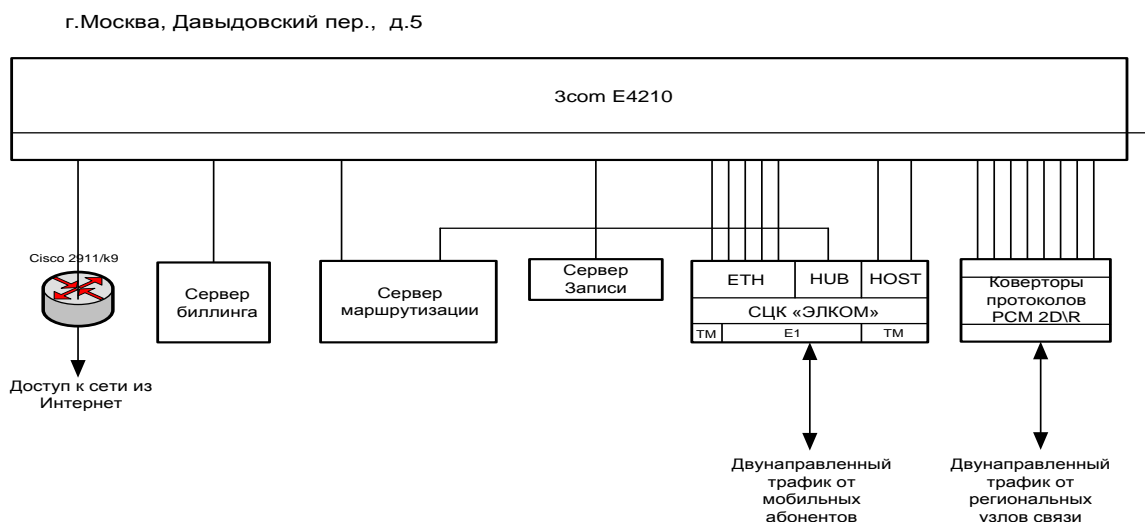


Рисунок 4. Схема эксперимента по измерению трафика в узле сети POPC GSM

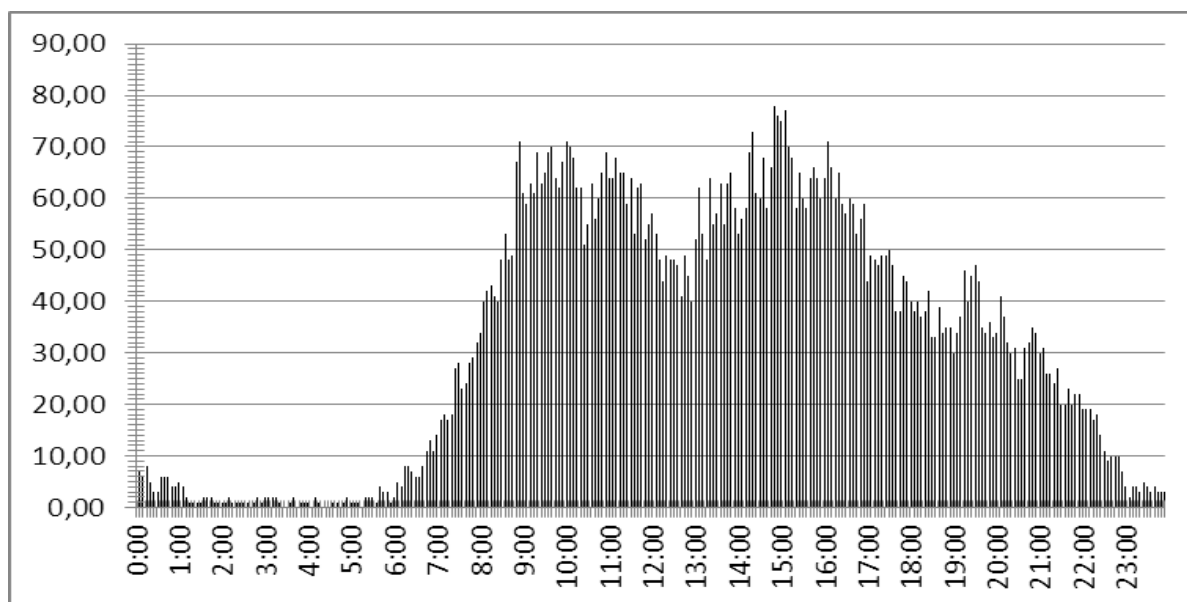


Рисунок 5. Количество вызовов в течение суток в рабочие дни (март 2010)

Общее время сбора данных составило 1440 часов, объем выборки 691200 вызовов. В диссертации показано, что выборка репрезентативна при заданных значениях доверительной вероятности 95% и доверительного интервала 5%. На основании анализа результатов эксперимента показано, что интенсивность потока вызовов не меняется в зависимости от количества абонентов и количества вызовов в сутки.

Выполнена имитация функционирования узла сети POPC GSM (в программной имитационной среде NS 3- Network Simulator 3). По результатам анализа имитации перегрузки можно определить критическое для данной конфигурации модели значение интенсивности входящего потока вызовов. На рисунках 6 и 7 представлены результаты имитации с установленным значением интенсивности потока входящих вызовов. Для описания различных типов трафика в конвергентной сети POPC GSM использованы аппроксимации распределения вероятностей числа вызовов с применением распределения хи-квадрат с k степенями свободы и экспоненциального закона распределения.

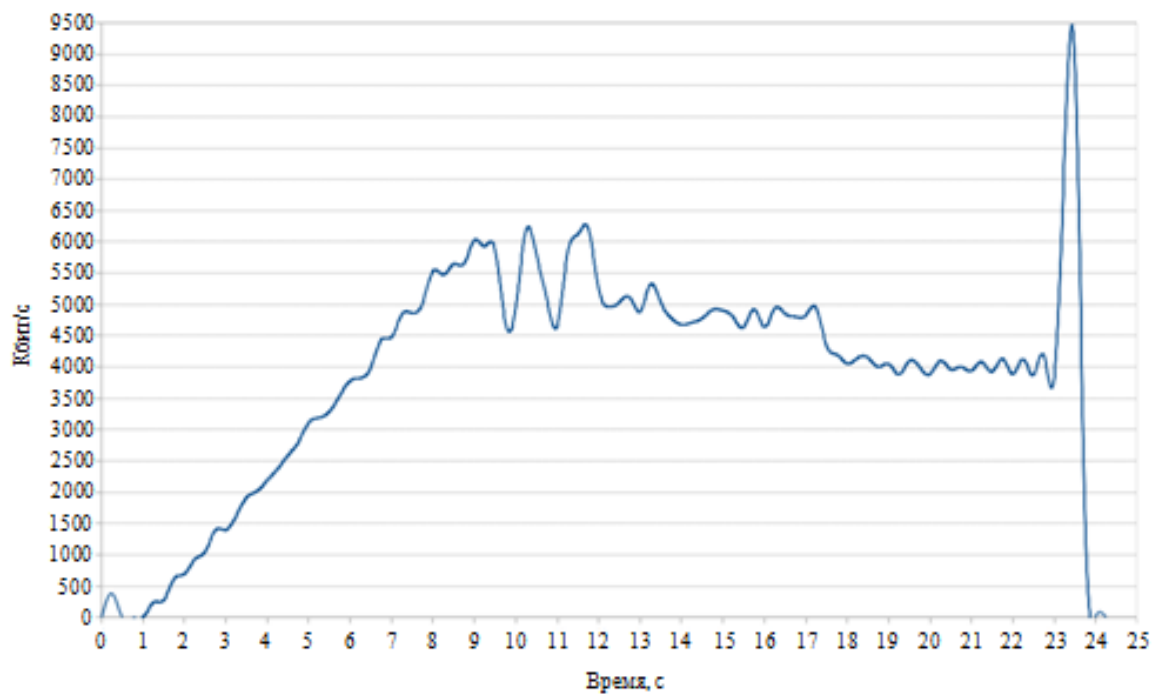


Рисунок 6. Зависимость скорости потока входящей нагрузки от времени

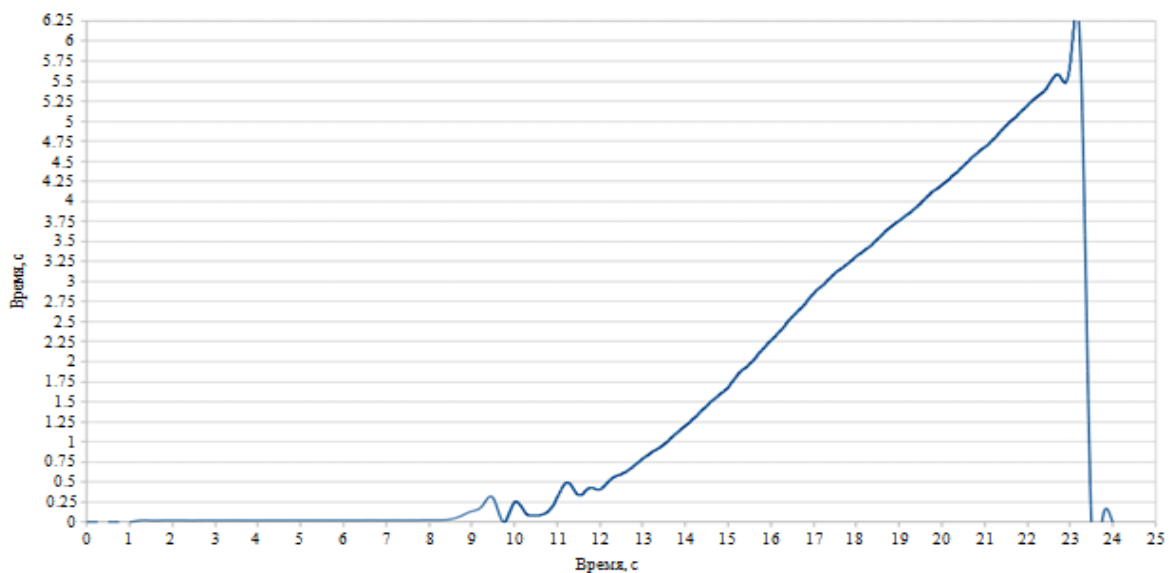


Рисунок 7. Зависимость задержки установления соединения от времени

На рисунках 8 и 9 представлены, соответственно, две указанные аппроксимации.

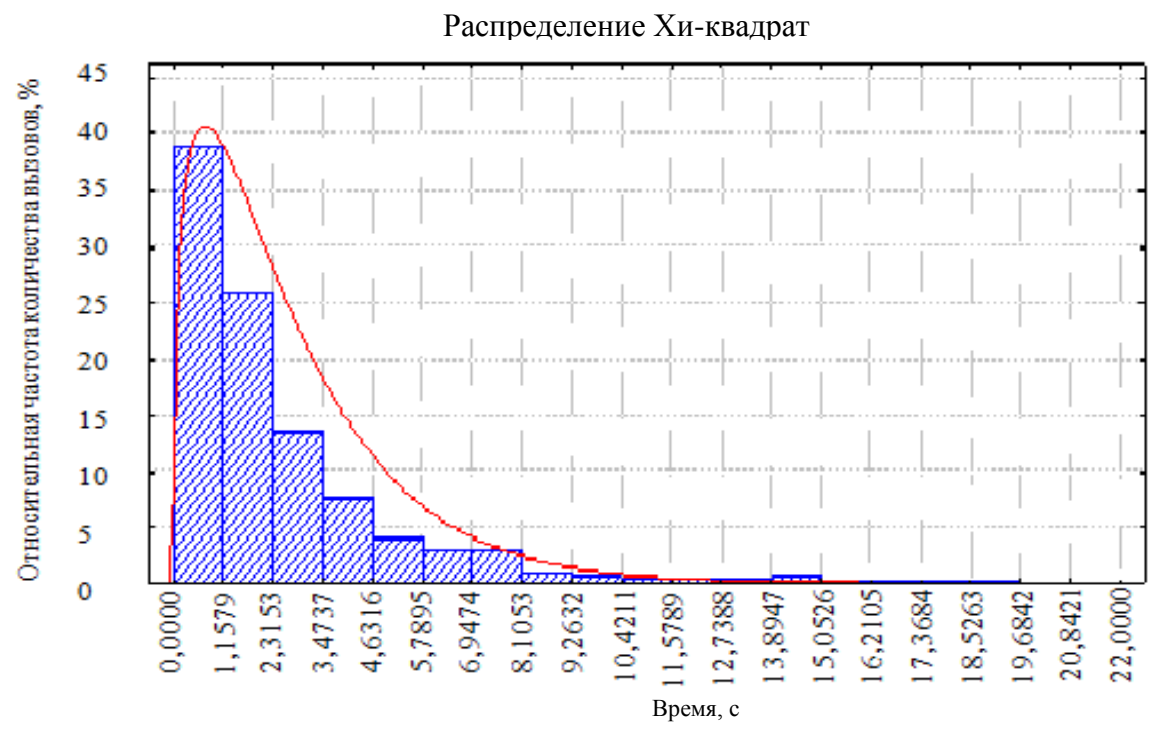


Рисунок 8. Аппроксимация распределения вероятностей длительностей вызовов на входе узла сети POPC GSM с использованием распределения хи-квадрат

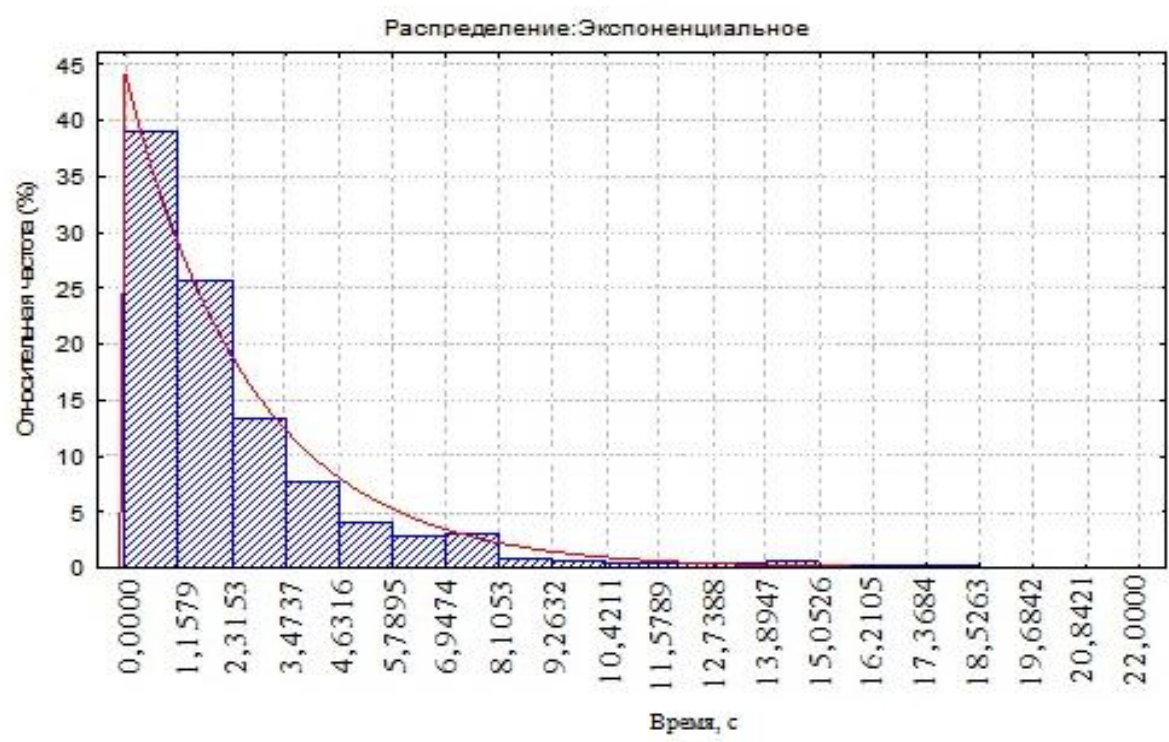


Рисунок 9. Аппроксимация распределения вероятностей длительностей вызовов на входе узла сети POPC GSM с использованием экспоненциального закона распределения



## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

На основании исследований, выполненных в диссертационной работе, получены следующие основные результаты:

1. Предложена новая альтернативная (матричная) организационная структура управления информационными процессами эксплуатационной деятельности железнодорожной ТК, позволяющая повысить эффективность основных процессов управления и сократить общее время их исполнения в 1,2 раза.

2. Разработаны критерии для оценки эффективности информационных процессов управления, подлежащих автоматизации, и с их использованием произведен детальный анализ основных процессов управления эксплуатационной деятельностью железнодорожной ТК по оказанию услуг связи.

3. Создана карта приложений ТК, модели и алгоритмы процессов поддержки ее операционной деятельности, позволившие формализовать процессы управления, повысить их эффективность, что привело к сокращению трудозатрат в среднем на 7,5%.

4. Разработана единая система показателей качества услуг связи, предоставляемых железнодорожной ТК, построенная на основе актуальной классификации услуг железнодорожной связи.

5. Разработаны математические и имитационные модели для анализа и расчета показателей качества конвергентных услуг связи на сети ремонтно-оперативной радиосвязи РОРС GSM, проверенные результатами экспериментальных исследований.

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Публикации в журналах, входящих в Перечень ВАК**

1. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н., Васюк Д.С. Оценка качества предоставления инфокоммуникационных услуг в конвергентных сетях // Проектирование и технология электронных средств. 2011. № 4. С. 37-40.

2. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н., Васюк Д.С. Проблемы моделирования бизнес-процессов телекоммуникационных компаний // Проектирование и технология электронных средств. 2011. №3. С. 42-46.

3. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Показатели качества услуг, предоставляемых телекоммуникационными компаниями на железнодорожном транспорте // Телекоммуникации. 2011. № 12. С.27–32.

4. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Проблемы моделирования бизнес-процессов телекоммуникационных компаний железнодорожной отрасли // Т-Comm - Телекоммуникации и транспорт. 2011, №12. С. 91-93.

### **Прочие публикации**

5. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н., Васюк Д.С. Управление качеством конвергентных услуг на телекоммуникационных сетях железнодорожного транспорта // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2011. №3. С. 91-93.

6. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Моделирование бизнес-процессов телекоммуникационных компаний железнодорожного транспорта. // 14-я Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов «Молодежь и наука». – М:НИЯУ МИФИ, 2011. С.67-68.

7. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Проблемы моделирования бизнес-процессов телекоммуникационных компаний железнодорожного транспорта // 5-я Отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества», посвященная 90-летию МТУСИ. - М:МТУСИ, 2011. С. 42-48.

8. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Определение качества услуг, предоставляемых железнодорожными телекоммуникационными компаниями // Всероссийская конференция (с международным участием) «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем». – М: РУДН, 2011 г. С. 95-98

9. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н., Васюк Д.С. Использование графической нотации BPMN в моделировании и управлении процессами эксплуатационной деятельности транспортной телекоммуникационной компании // IX Международная научная конференция «Перспективные технологии в средствах передачи информации. – ПТСПИ, 2011 г. С. 213-215.

10. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Имитационное моделирование делового процесса подключения абонента регионального центра связи // Всероссийская конференция с международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем». – М: РУДН, 2013. С. 105-107.

11. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Показатели качества услуг, предоставляемых железнодорожными телекоммуникационными компаниями // 6-ая отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества» РФ, Москва, МТУСИ, 2012. С.119-120.

12. Маликова О.Н., Ромашкова О.Н. Имитационная модель делового процесса подключения абонента регионального центра связи // 7-ая отраслевая научно-техническая конференция «Технологии информационного общества» РФ, Москва, МТУСИ, 2013. С. 44.

Маликова Ольга Николаевна

**МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КОМПАНИЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Формат 60x84/16.

Бумага для множительной техники. Гарнитура Таймс.

Тираж 100 экз. Заказ №.