

IX ЕВРАЗИЙСКИЙ ФОРУМ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

ИНФОФОРУМ ЕВРАЗИЯ/СИТИ 2013

6-7

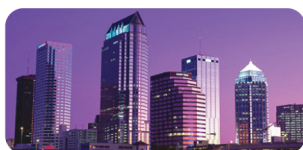
ИЮНЯ

Здание
Правительства
Москвы,
Новый Арбат, 36

Все регуляторы отрасли информационной безопасности на одной дискуссионной площадке



ГЛАВНАЯ ТЕМА:



УМНЫЙ и БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД

Международная
конференция
и выставка



БЕСПЛАТНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ
www.city.infoforum.ru

УМНЫЙ И БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД:
КУРС НА ИНТЕГРАЦИЮ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
И КОНФЕРЕНЦИЯ ДЛЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
АУДИТОРИИ

ПАНЕЛЬНЫЕ ДИСКУССИИ
КРУГЛЫЕ СТОЛЫ
МАСТЕР-КЛАССЫ
ВСТРЕЧИ СО СПЕЦИАЛИСТАМИ
ПРЕЗЕНТАЦИИ

Сегодня города развиваются в условиях беспрецедентного роста. К 2050 году в городах будет жить более 70 процентов населения Земли.

В современных условиях государство ищет пути эффективного управления жизнедеятельностью городов. Обеспечение безопасности на всех уровнях городской среды – одна из главных административных задач, решить которую может внедрение комплексных информационных систем.

На форуме будут представлены новейшие разработки и технологические комплексы ведущих российских, международных и зарубежных компаний, предлагающих свои решения в области технологий smart&safe city.

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ:

глобальные риски
и международное сотрудничество

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСЛУГИ:

единое пространство доверия

ЗАЩИТА ПЕРСОНАЛЬНЫХ

ДАННЫХ: национальный
и международный опыт

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТЭК

управление информационной
безопасностью предприятия

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Комитет Государственной Думы по безопасности и противодействию коррупции, Аппарат Совета Безопасности РФ, Министерство связи и массовых коммуникаций РФ, Министерство внутренних дел РФ, Некоммерческое партнерство «Инфофорум».

Редакционная коллегия:

Бобровский В.И.

(д.т.н., доцент, начальник отдела ОАО «ИНТЕЛТЕХ»)

Борисов В.В.

(д.т.н., профессор, член Академии военных наук РФ, профессор кафедры вычислительной техники МЭИ)

Будко П.А.

(д.т.н., профессор, профессор кафедры технического обеспечения связи и автоматизации ВАС)

Будников С.А.

(д.т.н., доцент, член-корреспондент Академии информатизации образования,

начальник кафедры автоматизированных систем управления ВУНЦ ВВС «ВВА»)

Верхова Г.В.

(д.т.н., профессор, заведующая кафедрой автоматизации предприятий связи СПб ГУТ им. профессора М.А.Бонч-Бруевича)

Гончаревский В.С.

(д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, профессор кафедры технологий и средств технического обеспечения и эксплуатации автоматизированных систем управления ВКА им. А.Ф.Можайского)

Комашинский В.И.

(д.т.н., профессор, профессор кафедры обработки и передачи дискретных сообщений СПб ГУТ им. профессора М.А.Бонч-Бруевича)

Кирпанев А.В.

(д.т.н., с.н.с., начальник сектора ОАО «ВНИИРА»)

Курносов В.И.

(д.т.н., профессор, академик Арктической академии наук, академик Международной академии информатизации, академик Международной академии обороны, безопасности и правопорядка, член-корреспондент РАЕН, главный научный сотрудник ОАО «НИИ «Рубин»)

Мануйлов Ю.С.

(д.т.н., профессор, профессор кафедры автоматизированных систем управления космических комплексов ВКА им. А.Ф.Можайского)

Морозов А.В.

(д.т.н., профессор, член Академии военных наук РФ, заместитель начальника кафедры автоматизированных систем боевого управления ВА ВПВО)

Мошак Н.Н.

(д.т.н., начальник отдела ОАО «ИНТЕЛТЕХ»)

Пророк В.Я.

(д.т.н., доцент, профессор кафедры автоматизированных систем управления ВКА им. А.Ф.Можайского)

Семенов С.С.

(д.т.н., доцент, профессор кафедры технического обеспечения связи и автоматизации ВАС)

Синицын Е.А.

(д.т.н., профессор, начальник НИО ОАО «ВНИИРА»)

Тучкин А.В.

(д.т.н., с.н.с., старший научный сотрудник ОАО «НПО Ангстрем»)

Шатраков Ю.Г.

(д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, ученый секретарь ОАО «ВНИИРА»)

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ

Новости науки и техники, события, люди

4

ТЕХНОЛОГИИ

Винограденко А.М., Литвинов А.И., Федоренко В.В., Юров А.С.

Формирование многоканальной телеметрической системы как многокритериальная задача распределения ресурсов в едином информационно-управляющем пространстве

10

Дубровин В.С., Никулин В.В.

Способ построения управляемых функциональных генераторов

16

Павликов С.Н., Убанкин Е.И., Котов Г. Г.

Математическая модель мультипликативных сигналов

24

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Будко П.А., Будко Н.П.,

Литвинов А.И., Николаев В.А.

Метод имитации сетевого трафика

30

Бистерфельд О.А.

Информационное обеспечение испытаний ракетно-космической техники

38

Легков К.Е.

Моделирование методики оценки изменения качества информационного обмена в инфокоммуникационной системе специального назначения

44

ИНФОРМАЦИОННАЯ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ

Синюк А.Д., Остроумов О.А.

Аудит безопасности в системе управления безопасностью сетевого взаимодействия на основе использования системы доменных имен

52

Данэм Х.

Интеграция - будущее интеллектуальных систем безопасности ритейла

60

CONTENTS

Vol. V
No. 2-2013

H&ES
RESEARCH

High technologies
in Earth space research

NEWS

News of science and technology, events, people

4

TECHNOLOGIES

**Vinogradenko A., Litvinov A.,
Fedorenko V., Yurov A.**

Shaping the many-server telemetry system multicriteria
a problem of the distribution resource in united
information-controlling space

10

Dubrovin V., Nikulin V.

Method of construction of controlled function generator

16

Pavlikov S., Ubankin E., Kotov G.

Mathematical model of multiplicate signals

24

TELECOMMUNICATIONS

Budko P., Budko N.,

Litvinov A., Nikolaev V.

Method of imitation of the network traffic

30

Bisterfeld O.

Information support of tests of the missile and space equipment

38

Legkov K.

Modeling of a technique of an assessment of change
of quality of information exchange in infocommunication
system of a special purpose

44

INFORMATION AND CYBERSAFETY

Sinyuk A., Ostroumov O.

The assessment of the shannon information quantity
received by the offender about the communication network
key formed by the participants

52

Dunham H.

Integration – the future of intelligent security
systems retail

60

**Периодичность выхода — 6 номеров в год
Стоимость одного экземпляра 500 руб.**

Тематические направления

• Вопросы развития АСУ • Физико-математическое обеспечение разработки новых технологий и средств инфокоммуникаций • Условия формирования основных стандартов подвижной связи • Проектирование, строительство и интерактивные услуги в СПС • Биллинговые и информационные технологии • Электромагнитная совместимость • Антеннофидерное оборудование • Источники электропитания • Волоконно-оптическое оборудование и технологии • Вопросы исследования космоса • Спутниковое телевидение, системы спутниковой навигации, GLONASS, построение навигационных систем GPS • Вопросы развития геодезии и картографии • Программное обеспечение и элементная база для сетей связи • Компьютерная и IP-телефония • Информационная и кибербезопасность • Вопросы исследования Арктики • Метрологическое обеспечение • Правовое регулирование инфокоммуникаций, законодательство в области связи • Экономика связи

Hi-tech Earth Space
RESEARCH

Редакция

Главный редактор: Константин Легков
HT-ESResearch@yandex.ru

Издатель: Светлана Дымкова
ds@media-publisher.ru

Предпечатная подготовка
ООО “ИД МЕДИА ПАБЛИШЕР”
www.media-publisher.ru

Адрес редакции

111024, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, д. 8, офис 512-514
Тел.: +7 (495) 957-77-43

194044, Россия, Санкт-Петербург,
Лесной Проспект, 34-36, корп. 1,
Тел.: +7 (911) 194-12-42

Журнал “Научные технологии в космических исследованиях Земли” (H&ES) зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Журнал входит в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Мнения авторов не всегда совпадают с точкой зрения редакции. За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет

Материалы, опубликованные в журнале — собственность ООО “ИД Медиа Паблишер”. Перепечатка, цитирование, дублирование на сайтах допускаются только с разрешения издателя.

All articles and illustrations are copyright. All rights reserved.
No reproduction is permitted in whole or part without the express consent of Media Publisher Joint-Stock

© ООО “ИД Медиа Паблишер”, 2013

В МСЦ РАН продемонстрирован самый энергоэффективный в СНГ суперкомпьютер МВС-10П

Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук (МСЦ РАН) совместно с группой компаний РСК и корпорацией Intel провели презентацию для прессы прототипа суперкомпьютера МВС-10П (10-ти петафлопсного диапазона, PFLOPS — квадриллион операций в секунду), с пиковой производительностью 523,8 TFLOPS (триллионов операций в секунду), созданного на базе инновационной архитектуры "РСК Торнадо" с прямым жидкостным охлаждением. Это крупнейшая за пределами США система с новейшими сопроцессорами Intel® Xeon Phi™ и один из первых семи таких суперкомпьютеров в мире, который на текущий момент занимает вторую позицию в списке Top50 (апрель 2013 г.) самых мощных суперкомпьютеров в России и СНГ, а также 59-е место в рейтинге Top500 (ноябрь 2012 г.) самых высокопроизводительных вычислительных систем в мире.

Межведомственный Суперкомпьютерный Центр РАН (открыт в 1999 г., имеет филиалы в Санкт-Петербурге и Казани) является одним из самых мощных суперкомпьютерных центров коллективного пользования в России в сфере науки и образования. МСЦ обслуживает более чем 100 организаций, в центре

работают 181 группа исследователей, решается более 900 задач фундаментальной и прикладной направленности.

Основные задачи МСЦ:

- обеспечение научных исследований, проводимых в институтах РАН, современными вычислительными и телекоммуникационными ресурсами;
- оказание методической помощи исследователям в использовании высокопроизводительных вычислительных средств и современных средств обработки информации и подготовка научных кадров высшей квалификации;
- обеспечение доступа к современным электронным библиотекам и архивам, базам и коллекциям данных;
- проведение исследований по развитию системного и прикладного математического обеспечения, а также решение задач большой сложности.

Новый суперкомпьютер МСЦ РАН, состоящий из 208 вычислительных узлов на базе инновационной архитектуры "РСК Торнадо" с жидкостным охлаждением, самых высокопроизводительных моделей процессоров Intel® Xeon®E5-2690 и новейших сопроцессоров Intel® Xeon Phi™, серверных плат Intel® S2600JF и твердотельных

дисков Intel® SSD. Вычислительное поле прототипа состоит из 3328 вычислительных ядер процессоров Intel® Xeon® E5-2690 и 25376 ядер сопроцессоров Intel Xeon Phi SE10X. В каждом узле обеспечивается поддержка большого объема энергоэффективной оперативной памяти — 64 Гб (DDR31600, low voltage green memory), что составляет 4 Гб на каждое вычислительное ядро Intel Xeon и суммарно 13 Тб ОЗУ для всей системы. Высокоскоростная сеть передачи данных основана на передовой технологии FDR Infiniband (56 Гбит/с).

Благодаря использованию современных процессоров Intel® Xeon® E52690 и новейших сопроцессоров Intel® Xeon Phi™ в сочетании с передовым жидкостным охлаждением среднегодовые затраты на электроэнергию могут быть сокращены на 60%. Энергоэффективность этого суперкомпьютера достигла рекордного для России и стран СНГ уровня 1949,3 MFLOPs/Wt, что в 5,5 раза лучше предыдущего рекорда для нашего региона, также принадлежавшего системе на базе архитектуры "РСК Торнадо" с жидкостным охлаждением.

Применение передовой системы жидкостного охлажде-

ния позволяет достичь уникальной в отрасли вычислительной плотности 181 TFLOPS на одну стойку 80см*80см*42U или 141 TFLOPS/м3, что в 3,8 раза лучше предыдущего мирового рекорда для x86 архитектур. Высокая вычислительная плотность необходима для суперкомпьютеров эксафлопсного диапазона производительности, содержащих сотни вычислительных стоек с энергопотреблением более 100 кВт каждая. Новый суперкомпьютер МСЦ РАН оснащен технологией гибкого управления энергопотреблением "РСК ЭКОсистема", которая позволяет дополнительно уменьшить суммарную стоимость владения (TCO) на 25%. Данная технология впервые внедрена в суперкомпьютере МВС-10П на базе архитектуры "РСК Торнадо".



XVI Всероссийский Форум "Развитие телекоммуникаций в России"

На XVI Всероссийском Форуме "Развитие телекоммуникаций в России", который состоится 29-30 мая в Сочи, будут обсуждаться практические механизмы улучшения качества связи в России и предоставления недискриминационного доступа к инфраструктуре всем операторам связи.

После февральского заявления премьер-министра страны Дмитрия Медведева о необходимости существенно улучшить качество связи в Москве, все крупнейшие операторы вместе с Роскомнадзором и Департаментом Информационных Технологий Москвы уже провели соответствующую работу. Вместе с тем, говорить о радикальном изменении ситуации еще

преждевременно. Благодаря введенной в эксплуатацию Правительством Москвы системы мониторинга услуг связи, только за один квартал были выявлены нарушения операторов связи по предоставлению услуг не надлежащего качества, что позволило выставить им штрафные санкции на сумму 42 млн. руб. — это может стать примером для других регионов в борьбе за качество связи.

Другими глобальными темами, которые предстоит обсудить на Форуме в Сочи, станут: создание телекоммуникационной инфраструктуры на федеральных магистралях, которые до конца года должны быть интегрированы с Глобассом и оборудованы сотовой связью;

технические возможности реализации "Системы 112" для вызова экстренных служб в чрезвычайных ситуациях; инновационные подходы к эксплуатации сетей связи и совместное использование операторами телекоммуникационной инфраструктуры — пути снижения стоимости интернета для пользователей и преодоления цифрового неравенства.

Участники форума "Развитие телекоммуникаций в России" планируют обратить внимание на создание и модернизацию информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, частно-государственное партнерство при реализации телекоммуникационных проектов. В том числе и на развертывание

современной инфраструктуры связи в так называемой "новой Москве", территории, которая де-юре уже является частью столицы. По словам генерального директора ФГУП МГРС Вячеслава Иванюка, "имеющиеся сети связи необходимо структурировать под городские задачи и сформировать единую телекоммуникационную инфраструктуру".

Помимо этого, на пленарных дискуссиях и круглых столах крупнейшего телекоммуникационного форума России последних 15 лет будут обсуждаться законодательные инициативы по изменению правовой базы отрасли, которые должны снизить влияние административных барьеров.

«Воздухоплавательный Центр «Авгурь» представит свои разработки в рамках выставочного проекта Российская экологическая неделя в Москве

«Воздухоплавательный Центр «Авгурь» представит свои разработки в рамках выставочного проекта Российская экологическая неделя в Москве – «Зелёный город будущего», которая будет проводиться с 17 по 21 мая 2013 г. в Центральном выставочном зале «Манеж». «Воздухоплавательный Центр «Авгурь» презентует самый экологически чистый вид воздушного транспорта — дирижабль. Мы ждем Вас на экспозиции №1, где Вы познакомитесь с современными разработками российских ученых в области дирижаблестроения и воздухо-

плавания. Так же сможете увидеть проект

«АТЛАНТ» — воплощение уникальных транспортных технологий будущего.

Аэростатический Транспортный Летательный Аппарат Нового Типа – АТЛАНТ, который сохраняет преимущества дирижаблей – большую дальность и грузоподъемность, экономическую и экологическую эффективность.

Российская экологическая неделя в Москве – выставочный проект, не имеющий аналогов в России. Впервые на центральной площадке Москвы на неде-

лю будет создано единое экологическое пространство более 5 000 кв. метров, включающее в себя все стороны экологического стиля жизни — культурную, природоохранную и потребительскую — от идеологии восприятия экологических стандартов потребления до представления товаров экопроизводителей.

В церемонии открытия Российской экологической недели в Москве 17 мая 2013 г. примут участие Мэр Москвы С.С.Собянин, Министр природных ресурсов и экологии РФ С.Е.Донской, Первый заме-

ститель Председателя Совета Федерации А.П.Торшин, Заместитель Мэра Москвы в Правительстве Москвы А.В.Шаронов, Руководитель Департамента культуры - министр Правительства Москвы С.А.Капков, Руководитель Департамента природопользования и охраны окружающей среды г.Москвы А.О.Кульбачевский, Руководитель Департамента торговли и услуг г.Москвы А.А.Немерюк, депутаты Государственной Думы и Московской городской Думы, представители дипломатического корпуса и крупнейших международных компаний.

МТТ и Министерство экономического развития РФ подписало соглашение о сотрудничестве

Соглашение между Минэкономразвития России и ОАО "МТТ" подписано Министром экономического развития Российской Федерации Андреем Белоусовым и генеральным директором ОАО "МТТ" Евгением Васильевым. Документ носит рамочный характер, в нем предусмотрено тесное взаимодействие сторон в плане продвижения услуг и сервисов компании МТТ на международных рынках, координация деятельности по участию в различных выставках и публичных мероприятиях за рубежом. Соглашение предполагает оказание содействия в реализации МТТ различных мероприятий в рамках действу-

ющих межправительственных комиссий по торгово-экономическому сотрудничеству между Россией и иностранными государствами.

Помимо подписания соглашения стороны обсудили различные варианты взаимодействия компании и министерства, наметили пути сотрудничества и первоочередные задачи, возможности участия компании в различных мероприятиях, проводимых торгпредствами РФ в других странах. В частности, ключевыми регионами, сотрудничество в которых будет осуществляться в первоочередном порядке в рамках подписанного соглашения, станут Китай, Тур-

ция и Индия, а также страны Таможенного союза.

"Минэкономразвития намерено активно привлекать торгпредства Российской Федерации для оказания различной консультационной и организационной поддержки деятельности российских компаний за рубежом, в том числе в плане экспорта услуг и объектов интеллектуальной собственности и привлечение инвестиций и технологий в Российскую Федерацию", — заявила директор Департамента координации, развития и регулирования внешнеэкономической деятельности Минэкономразвития России Вероника Никишина.

"ОАО "МТТ" стало первой российской телекоммуникационной компанией, подписавшей подобное соглашение с Минэкономразвития России. Для компании МТТ чрезвычайно важно содействие Минэкономразвития в вопросах выхода на новые зарубежные рынки. Компания активно развивает новые сервисы и технологии, в частности VoIP-телефонию с международной негеографической нумерацией, а также интеллектуальные услуги связи на базе наложенных сервисов и готова предоставлять высококачественный набор сервисов зарубежным партнерам и заказчикам.

В Красноярске пройдет Сибирский игровой чемпионат SICN-2013

С 16 по 18 октября в рамках выставки iTCOM МВДЦ «Сибирь» на 3 дня станет местом проведения II Сибирского игрового чемпионата по киберспорту. Сибирский игровой чемпионат является одним из ярчайших событий года в киберкультуре Красноярска.

Геймерам придется сразиться в Team Fortress 2, Counter Strike Source, World of Warcraft, Call of Duty 4. Все игры будут транслироваться на больших светодиодных экранах нового поколения, с более высокой

яркостью и контрастностью. Малый шаг пикселя позволит образовать максимально качественное изображение высокого разрешения, что даст возможность обзора картинки даже с небольших расстояний.

«Многие думают, что за Уралом киберспорта нет, но проведение чемпионата в 2012 году показало обратное! Он есть и активно развивается! В этом году, мы проводим уже второй Сибирский игровой чемпионат по киберспорту. Будем старать-

ся сделать ещё более серьезную техническую поддержку и предоставить достойные призы. Участие интересно нашим геймерам, ожидаем около 2 000 игроков, которые будут бороться за звание лучших в СФО! Предварительная программа, условия участия и форма регистрации будет опубликована позже.» — рассказывает Дмитрий Гушин, представитель оргкомитета.

В 2012 году в чемпионате приняло участие около 1000 геймеров, общий призовой фонд со-

ставлял 100 000 рублей, ведущей чемпионата была Мисс Геймер России – 2011 Юлия Коновалова А5uKa

Приглашаем принять участие производителей и дилеров плазменных панелей для демонстрации их высокого качества на Сибирском игровом чемпионате, который пройдет в рамках выставки iTCOM, с 16-18 октября в МВДЦ «Сибирь».

Организаторы: ЗАО ВК «Красноярская ярмарка», ООО «Оптизон».

Круглый стол "Решение вопроса цифрового неравенства"

Решить проблему цифрового неравенства в России можно только совместными усилиями операторов и государства. К такому выводу пришли участники круглого стола "Решение вопроса цифрового неравенства", организованном ИАА TelecomDaily, который состоится в рамках деловой программы выставки "Связь-Экспокомм-2013".

В мероприятии примут участие представители крупных операторов, а также Министерства связи и массовых коммуникаций РФ.

Открывает круглый стол директор департамента инфраструктурных проектов Минкомсвязи Дмитрий Алхазов. По его словам, цифровое неравенство в России является следствием трех факторов. В первую очередь, речь идет о большой территории страны с неравномерной плотностью населения: 80% населения живет на трети ее территории. Кроме того, отметил Дмитрий Алхазов, лицензии, выданные операторам, не имеют жесткого требования по 100%-ому покрытию. Третьим фактором существования цифрового неравенства является точечный подход к инвестициям: операторы развивают и инвестируют в те регионы, в которых работа экономически выгодна.

Решать проблему цифрового неравенства можно только в партнерстве с операторами, сказал Дмитрий Алхазов. Представители крупных операторов с ним согласились. По словам

заместителя генерального директора по коммерческим вопросам ЗАО "ЭР-Телеком" Михаила Воробьева, спрос на телекоммуникационные услуги в малых городах сильно уступает спросу в больших. "Даже в городах с населением менее 300 тыс. наша бизнес-модель не работает. Там необходимо использовать не такие, как у нас, технологии. Самостоятельно мы не планируем выходить в малые города. Однако если государство нам поможет, то мы готовы разворачивать сети и там", — сказал Михаил Воробьев. Вице-президент ЗАО "Компания ТрансТелеКом" (ТТК) — руководитель блока "Доступ" Светлана Шамзон считает, что спрос в малых городах на услуги ШПД есть, особенно когда туда приходит федеральный оператор. ТТК присутствует в 180 городах, из них 70 — это небольшие города. "Согласно нашей стратегии мы приходим в города, где проживает свыше 100 тыс. населения. Однако, сейчас нам интересны и города с 50 тыс. жителей", — говорит Светлана Шамзон. При этом она отмечает, что поддержка государства при выходе в отдаленные населенные пункты необходима. Директор ОАО "Мобильные ТелеСистемы" (МТС) по фиксированному бизнесу и ТВ Дмитрий Багдасарян конкретизировал, что необходимо решать проблему беспрепятственного доступа в жилые и административные здания.

Доступ в малые города осложняет отсутствие сети у

операторов до этих городов, говорит директор по клиентским решениям ОАО "ВымпелКом" (торговая марка "Билайн") Антон Румянцев. Компания готова участвовать в частно-государственном партнерстве при выходе в небольшие города, если будет организована понятная схема взаимодействия и прописаны четкие правила игры.

Антон Румянцев отметил, что как только в небольших населенных пунктах будет стабильный доступ в интернет, появится и потребность в телевидении. Согласно данным TelecomDaily, число абонентов ШПД в России по итогам I кв. 2013 г. составило 22,4 млн, проникновение услуги — почти 42%. Всего на долю операторов, входящих в первую пятерку приходится 75% абонентов в стране. У ОАО "Ростелеком" в I квартале 2013 г. было 8,700 млн. абонентов ШПД (в I кв. 2012 г. — 8,436 млн.), у "ВымпелКома" — 2,370 млн. против 2,312 млн., у "ЭР-Телекома" — 2,560 млн. против 2,266 млн.

В прошлом году к предоставлению услуг ШПД подключилось и ФГУП "Космическая связь" (ГПКС), напомнил заместитель генерального директора по инвестиционному развитию Евгений Буйдинов. На данный момент у оператора более 2 тыс. абонентов широкополосного доступа и 70% из них — это клиенты, которые находятся в Московской области. Коммерческий директор ЗАО "Национальная

спутниковая компания" (торговая марка "Триколор ТВ") Сергей Ставропольцев, продолжая тему цифрового неравенства в России, полагает, что часть населения так и не подключится к платному ТВ, а останется с государственным цифровым ТВ. Этот оператор активно работает в городах с небольшим населением. "Нами реализовано несколько комфортных схем для того, чтобы у любого абонента была возможность по разумной цене получить комплект спутникового телевидения", — говорит Сергей Ставропольцев.

По предварительным данным TelecomDaily, количество абонентов платного ТВ в России по итогам I квартала 2013 г. достигло 31,7 млн. (26,6 млн. — по итогам I кв. 2012 г., 30,5 млн. — по итогам 2012 г.). Уровень проникновения услуги составил 59% (годом ранее было 50%, по итогам 2012 г. — 56%). На долю крупнейших 8 операторов приходится 80% всего рынка платного ТВ. Основной приток абонентов пришелся на "Триколор ТВ", которое подключило за I квартал 300 тыс. абонентов. На втором месте "Ростелеком", за квартал увеличивший аудиторию на 200 тыс. пользователей. На третьем месте "Орион Экспресс" с приростом в 150 тыс. абонентов, что позволило ему обогнать "Акадо" и выйти на пятое место в списке компаний лидеров рынка платного ТВ в России. Число абонентов "НТВ Плюс" не растет и находится уже более года на одной отметке.

Schneider Electric занимает 53% рынка ИБП по итогам 2012 года

По итогам аналитического отчета IDC, компания Schneider Electric сохранила в 2012 г. свои ведущие позиции, заняв 53% российского рынка ИБП. Это больше, чем доля всех остальных производителей в сумме, и на 1% выше по отношению к прошлому году.

Таким образом, несмотря на то, что после удачного 2011 года темпы роста рынка ИБП значительно сбавились, Schneider Electric удалось сохранить свою долю на российском рынке примерно на том же уровне, что и в 2011 г.

IDC — ведущий поставщик информации и консультацион-

ных услуг на рынках информационных технологий, телекоммуникаций и потребительской техники, с представительствами в 110 странах. За 45 лет на рынке, компания IDC завоевала репутацию главного источника данных и прогнозов на исследуемых ею сегментах рынка информационных технологий. Также, IDC является единственной международной компанией, специализирующейся на исследованиях рынка и консалтинге, имеющей местные офисы во всей Восточной Европе и странах бывшего СССР.

В целом, рост рынка ИБП в 2012 г. составил 8%, что зна-

чительно ниже относительного показателя в прошлом году — в 2011 г. рост составлял 13%, а в 2010 — 26%. Основной причиной замедления общего роста рынка специалисты называют резкий спад продаж в области персональных ИБП (<1 кВА), который вырос за 2012 год всего на 5%. Для сравнения — в 2010-2011 гг. рост этого сегмента составил вдвое больше — 10%.

Несмотря на замедление роста рынка ИБП, Schneider Electric удалось сохранить и рост продаж, и долю на рынке. Примечательно, что в первую очередь, рост удалось обеспечить за счет продуктов семейств

APC BackUPS и APC Smart-UPS в высококонкурентных сегментах "домашние пользователи" (до 1кВА) и "корпоративные сети" (1-10кВА). На быстрорастущем рынке ИБП для ЦОДов различной мощности (от 10кВА и до 1МВТ) компания Schneider Electric также показала положительную динамику продаж.

Schneider Electric регулярно признается ведущими аналитическими агентствами лидером в различных сегментах отраслевого рынка. Например, в 2011 г., компания Schneider Electric была признана IDC "Лидером рынка" решений по управлению инфраструктурой ЦОДов.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ОСНАЩЕНИЕ

лабораторий
для научно-исследовательских
и промышленных предприятий

ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ «ПОД КЛЮЧ»

- Комплектация лабораторий оборудованием и расходными материалами для комплексного решения аналитических задач

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

- С соблюдением СНиП, СН, СанПиН, ГОСТ
- В соответствии с нормативными требованиями на методы испытаний продукции

СТРОИТЕЛЬСТВО МОДУЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

- Строительство
- Шеф-монтаж и авторский надзор

ПУСКО-НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ И ОБУЧЕНИЕ

- Установка и запуск оборудования
- Обучение методикам работы

ПОДГОТОВКА ЛАБОРАТОРИЙ К АККРЕДИТАЦИИ

- Подготовка комплекта документов
- Сопровождение, методическая и информационная поддержка

ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ, МЕБЕЛИ И РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

- Аналитическое, лабораторное и метрологическое оборудование
- Лабораторная и специализированная мебель
- Расходные материалы и стандартные образцы

СЕРВИСНОЕ И РЕМОНТНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

- Техническая поддержка
- Ремонт и обслуживание оборудования

nevalab.ru

БОЛЕЕ 10 ЛЕТ НА РЫНКЕ!



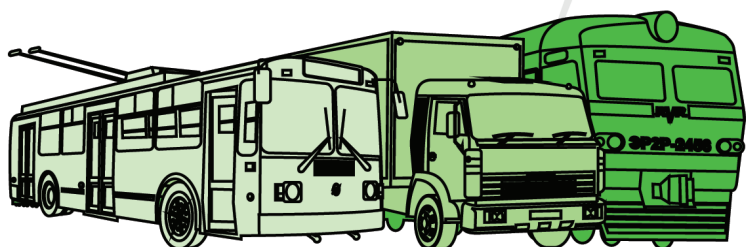
КРУПНЫЕ ПРОЕКТЫ



г. СПб, Московское шоссе, дом 46, литер «Б»
тел: +7(812)336-3200; +7(812) 327-0152
факс: +7(812)336-3223, info@nevalab.ru

Электроника

Транспорт



22-24 мая 2013 г.
Москва, ВВЦ

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

Информационные технологии для транспорта и транспортной инфраструктуры

Тематика:

- Системы диспетчеризации и управления транспортным парком (грузовые автоперевозки, пассажирский транспорт, такси, спецтранспорт)
- Комплексы навигации и связи
- Системы безопасности и видеонаблюдения
- Системы контроля пассажиропотока
- Системы оплаты проезда
- Технологии снижения расхода топлива
- Информационные системы для пассажиров
- Автоматика, телемеханика
- Измерительные и диагностические приборы
- Силовая электроника для транспорта
- Электронные, электротехнические компоненты

Конференции:

1. “Практические особенности внедрения навигационно-информационных технологий на современном транспортном предприятии”, тел. +7(495) 66-324-66,
2. “Электронные модули и компоненты для транспортного приборостроения и машиностроения”, тел. (495) 287-4412

Одновременно с выставками:



ЭлектроТранс 2013

[Http://www.electrotrans-expo.ru](http://www.electrotrans-expo.ru)



CityBus 2013

[Http://www.citybus-expo.ru](http://www.citybus-expo.ru)



Оргкомитет:
+7(495) 287-4412
<http://www.e-transport.ru>

Поддержка:



Воронеж ждет IT-форум

С 30 по 31 мая в Воронеже будет по итогам 2012 года проходить III Воронежский форум инфокоммуникационных цифровых технологий. Заинтересованная публика с нетерпением ждет событие и уже успела окрестить проект просто — "IT-форум". Так что же предстанет вниманию участников и гостей?

Воронежский IT-форум — это наша жизнь в динамике. Его популярность среди продвинутой аудитории не случайна. Качество нашей жизни, собственно как и перспективы социальных изменений и экономического развития в современном обществе зависят от информации и ее ловкого использования. Условия и стандарты жизни, рыночная среда, государственная система находятся под влиянием передовых достижений и новейших знаний в сфере информационных технологий. И в этом году — третий раз в Воронеже — можно увидеть и смело применить для создания более комфортной жизни то, что еще только вчера казалось цифровым чудом.

Почетными гостями форума в этом году станут министр связи и массовых коммуникаций РФ, министр экономического развития РФ, представители совета Федерации, открытого правительства, представители ИОГВ и муниципальных образований.

Подготовка к проведению форума завершается. Членами оргкомитета сформирован проект деловой программы, который с каждым днем наполняется все свежими темами и яркими спикерами. В рамках форума будут озвучены острые проблемы, сломлены старые стереотипы, сформулированы новые предложения и решения по жарким вопросам.

В этом году форум делает акцент на 3 крупных направления развития информационного общества: технологии для государства, для бизнеса и для жизни. В рамках данных направлений пройдет целая серия мероприятий, в том числе конференции, круглые столы, мастер-классы, тематические секции и многое другое.

Госслужащим будет интересна работа в секциях "Откры-

тые государственные данные в InternetE" или "Электронная демократия", "Безопасный регион", "Система 112", "On-line контроль за внештатными ситуациями" и др. Особой темой обещает стать предоставление государственных и муниципальных услуг в электронном виде и специализированная экспозиция на данную тему. Представители бизнеса найдут массу полезного для своего дела в секциях "Развитие облачных сервисов", "IP телефония. Современные решения для бизнеса", "Управление проектами в ИТ. Автоматизация бизнес-процессов" и многих других.

И конечно, всем посетителям стоит узнать о таких современных аспектах, как "Безопасные деньги и информация On-line", "Современный телевизор" и посетить стенды со средствами связи, ПО, оборудованием и массой других уникальных предложений для конечного потребителя. А также принять участие в разнообразных презентациях, конкурсах и розыгрышах призов. Организаторы стараются максимально

возможно отойти от привычных форм проведения мероприятия, подразумевающих скучное зачитывание докладов. Все темы будут активно обсуждаться и все предложения и идеи, на первый взгляд невозможные, будут услышаны. Каждый может заявить о своем видении будущего.

На экспозиции форума будут представлены все направления деловой части форума. Будут работать коллективный стенд правительства Воронежской области "Электронное правительство". Представлены стенды общественных организаций, ведущих бюджетных учреждений, ведущих инфокоммуникационных компаний не только из Воронежа, но и других городов. Главное условие — качественное наполнение стенда, представление реального инновационного IT-проекта.

По многочисленным положительным отзывам предыдущих проектов организаторы гарантируют качественный обмен опытом и информацией, позитивные впечатления и новые творческие идеи!

Компания Agilent Technologies представила второе издание книги об LTE и LTE-Advanced

Компания Agilent Technologies объявила о выпуске второго издания книги "LTE и эволюция до стандартов беспроводной связи 4G. Проблемы проектирования и измерений", добавив информацию об LTE-Advanced и многое другое к глубокому исследованию технологии сотовой связи 3GPP LTE.

В подготовке книги приняли участие более 40 авторов, а ее объем составляет 648 стр. В книге, выпущенной издательством Wiley, представлена техническая и практическая ин-

формация о технологиях LTE и LTE-Advanced.

Новая редакция дополнена последними стандартами 3GPP, включая Редакцию 11, и описывает пути перехода к Редакции 12. Она содержит более детальное описание сигнализации физического и более высоких уровней, MIMO и расширенного измерения характеристик приемников и передатчиков. Книга содержит новые материалы о функциональном тестировании и последние сведения о проверке сигнализации и ВЧ параметров

по соответствию стандарту. Она включает новый раздел, посвященный производственному тестированию без сигнализации.

Мори Рамни, технический редактор книги, работает в компании Hewlett-Packard/Agilent Technologies с 1984 г. после получения степени бакалавра электроники в Эдинбургском университете ХериотУатт. С 1991 г. Рамни участвовал в работе Европейского института телекоммуникационных стандартов, а с 1999 г. в группе 3GPP, где внес значительный вклад в разработ-

ку сертификационных тестов для GSM и UMTS. В настоящее время он представляет компанию Agilent в 3GPP RAN WG4, где разрабатывает радиointерфейс для HSPA+ и LTEAdvanced. Сейчас Рамни занят разработкой методов тестирования радиосигналов MIMO. Рамни опубликовал множество технических статей в области сотовой связи и является регулярным докладчиком и председателем на промышленных конференциях. Он является членом IET и сертифицированным инженером.

Новое решение NetApp Connect

Компания NetApp объявила о выходе нового решения NetApp® Connect, которое призвано обеспечивать безопасный, удобный и быстрый доступ с мобильных устройств к данным, хранящимся в СХД NetApp. Решение, созданное на базе технологии, приобретенной NetApp у компании ionGrid, легко интегрируется в среды NetApp без необходимости в сложной настройке сети VPN или в прохождении

дополнительной аутентификации. Все данные остаются в локальной системе хранения, при этом обеспечиваются легкость доступа для пользователей и простота управления для организации. Приложение NetApp Connect функционирует так же, как и любое другое приложение для iPhone или iPad. Однако, оно является высоко управляемым решением и создает на мобильном устройстве безопасный

контейнер, позволяя хранить данные под постоянным контролем. NetApp Connect не требует сложной установки, а также копирования или преобразования данных. Данные могут находиться в домашних каталогах, на Microsoft® SharePoint® или в приложениях внутренних сетей. Документы отображаются в превосходном качестве с высоким разрешением, сохраняется единоеобразие бренда.

Приложение NetApp Connect уже доступно на Apple App Store и в скором времени будет оптимизировано для работы с другими мобильными устройствами. Это простое решение обеспечивает мобильным пользователям удобный доступ к необходимой корпоративной информации и позволяет работать как в режиме онлайн, так и без подключения к сети.

ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАК МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕМ ПРОСТРАНСТВЕ

Винограденко А.М., к.т.н.,

Военная академия связи,
VinogradenkoAO@rambler.ru

Литвинов А.И.,

Военная академия связи,
litvinovaleks@mail.ru

Федоренко В.В., д.т.н., профессор,

Северо-Кавказский
Федеральный Университет,
fovin_25@mail.ru

Юров А.С.,

Военная академия связи,
andropa23@mail.ru

Ключевые слова:

телеметрическая система, датчики, канал связи, сигналы, система массового обслуживания.

АННОТАЦИЯ

Предложен способ оперативного контроля за объектами измерения, осуществляющий обнаружение и замеры отклоняющихся параметров, их регистрации и приоритетный опрос датчиков, а также определения оптимального числа каналов связи и их выбора. Кроме того, проведен анализ частных показателей качества каналов передачи различных видов информации. Предложен обобщенный показатель для решения многокритериальной задачи формирования многоканальной телеметрической системы методом последовательных уступок, учитывающий приоритет уплотняемых каналов.

При этом моделируемая многоканальная телеметрическая система рассматривается как система массового обслуживания с ограниченной очередью, состоящую из трех подсистем: подсистемы получения данных и формирования сигналов о предаварийном состоянии контролируемых объектов, подсистемы средств и линий связи и подсистемы диспетчерского управления. Первая подсистема состоит из датчиков и контроллеров, осуществляющих регистрацию параметров сигналов и их сравнение с допустимыми пределами. Заявками на обслуживание являются пакеты информационных символов, сформированные на выходе измерительных датчиков в случае выхода значения контролируемого технологического параметра за пределы установленных допусков. Интенсивность таких заявок определяется количеством датчиков, временными характеристиками контролируемых случайных процессов и числом установленных допусковых уровней для каждого процесса.

Приоритетность заявок на обслуживание, поступающих с датчиков, определяется динамикой роста контролируемого параметра к установленному допуску. Это дает возможность прогнозировать: чем меньше времени до достижения допуска контролируемым параметром, тем выше приоритет заявки. Такой прогноз дает модель обслуживания заявок, позволяющая контролировать два потока заявок с различными приоритетами в трех режимах. Для повышения оперативности оценки технического состояния радиоэлектронных объектов используется система для контроля технического состояния радиоэлектронных объектов, позволяющая обеспечивать периодичность контроля параметров аппаратуры в зависимости от скорости их изменения и тем самым повысить оперативность оценки технического состояния техно-логических объектов.

Дальнейший путь развития данного направления может быть представлен как интеграция в единое информационно-управляющее пространство, что позволит многократно увеличить эффективность их применения для поддержания техники связи и средств автоматизации в постоянной готовности к применению по назначению за счет повышения оперативности, осведомленности в обстановке, взаимодействия, информационной поддержке принятия решения.

Введение

При эксплуатации объектов вооружения важное место отводится вопросам мониторинга состояния контролируемых систем и объектов, а также работы установленной на них аппаратуры, для оперативного контроля производственных процессов и автоматизации эксперимента, обнаружения отклонения контролируемых величин, измерений отклонившихся параметров и их регистрации. Наличие большого числа источников информации, направляемых к единому обрабатывающему центру, обуславливает необходимость диспетчеризации информационных потоков, поступающих от датчиков регистрации параметров сигналов в телеметрических системах (ТМС).

Моделирование ТМС

Существующие измерительные системы военного назначения осуществляют передачу измерительной информации без учета предаварийных состояний контролируемого объекта, характеризуются низкой оперативностью тестирования, а также зачастую не учитывают разноранжированность каналов различного назначения. Кроме того, оказывается невозможным текущий контроль состояния объекта и его систем на расстоянии. Таким образом, существует необходимость в разработке ТМС, которая, в отличие от известных, должна обладать: а) большей оперативностью тестирования, б) меньшей информационной избыточностью, в) меньшими материальными и людскими ресурсами.

Моделируемая многоканальная ТМС рассматривается как система массового обслуживания (СМО) с ограниченной очередью, состоящую из трех подсистем: 1) подсистемы получения данных и формирования сигналов о предаварийном состоянии контролируемых объектов, 2) подсистемы средств и линий связи (ЛС) и 3) подсистемы диспетчерского управления. Первая подсистема ТМС состоит из датчиков и контроллеров, осуществляющих регистрацию параметров сигналов и их сравнение с допустимыми пределами [1]. Заявками на обслуживание являются пакеты информационных символов, сформированные на выходе измерительных дат-

чиков в случае выхода значения контролируемого технологического параметра за пределы установленных допусков. Интенсивность таких заявок определяется количеством датчиков, временными характеристиками контролируемых случайных процессов и числом установленных допусковых уровней для каждого процесса. В ходе анализа процесса снятия измерительной информации о контролируемых объектах предлагается подход к решению данной задачи представлением первой подсистемы ТМС, как СМО с отказами, где контроллеры представляют собой каналы обслуживания (рис. 1).

Приоритетность заявок на обслуживание, поступающих с датчиков, определяется динамикой роста контролируемого параметра к установленному допуску. Это дает возможность прогнозировать: чем меньше времени до достижения допуска контролируемым параметром, тем выше приоритет заявки. Такой прогноз дает модель обслуживания заявок [2], позволяющая контролировать два потока заявок с различными приоритетами в трех режимах. Для повышения оперативности оценки технического состояния радиоэлектронных объектов используется система для контроля технического состояния радиоэлектронных объектов, позволяющая обеспечивать периодичность контроля параметров аппаратуры в зависимости от скорости их изменения и тем самым повысить оперативность оценки технического состояния технологических объектов [3].

Проведенный анализ интенсивности обслуживания заявок в СМО показал возможный подход «обслуживания» временных областей передаваемой измерительной информации при временном мультиплексировании.

Обслуживающими элементами в рассматриваемой СМО являются каналы, образующие линию связи с параллельной передачей информации. При временном уплотнении ЛС представляет собой одноканальную СМО, так как пакеты информации обслуживаются в порядке очереди, а не параллельно.

Было определено, что временное уплотнение в многоканальной ТМС представляет собой процесс «обслуживания» временных областей передаваемой измерительной

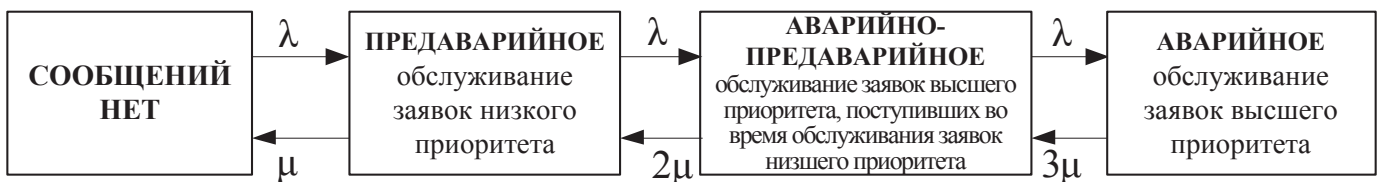


Рис. 1 – Граф состояний подсистемы при обслуживании заявок, поступающих с объектов контроля

информации в одноканальной СМО с отказами. Поток заявок, поступающих в СМО, имеет интенсивность λ , а поток обслуживаний – интенсивность μ . Тогда $\mu = 1/t_{обс}$, где $t_{обс}$ – время обслуживания одной заявки. Среднее время обслуживания заявки соответствует длительности передачи пакета с измерительной информацией: $t_{обс} = N \cdot T_c$, где N – количество информационных символов в заявке; T_c – длительность информационного символа. Длительность обслуживания одного элемента сигнала будет:

$$T_c = h^2 \varepsilon_0^2 / P_c, \quad (1)$$

где h^2 – отношение энергии сигнала к спектральной плотности флуктуационной помехи ε_0^2 при некогерентном поэлементном приеме сообщений в условиях шумов с допустимой вероятностью ошибки $P_{ош. доп}$.

Интенсивность обслуживания заявки в виде пакета сообщений длиной N :

$$\mu = 1/NT_c = P_c / Nh^2 \varepsilon_0^2. \quad (2)$$

При этом минимальное значение T_c определяется по допустимой вероятности ошибки приема сообщений $P_{ош. доп}$, заданным значениям мощности сигнала с элементом сообщения P_c , спектральной плотности флуктуационной помехи ε_0^2 .

В рассматриваемой СМО потери заявок возможны либо в форме отказа вследствие переполнения системы, либо в форме ухода «нетерпеливых» заявок из системы. Тогда, вероятность отказа $P_{отк}$ можно определить как вероятность нахождения системы в состоянии S_{m+1} :

$$P_{отк} = P_{m+1} = \left(\frac{\lambda Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} \right)^{m+1} P_0, \quad (3)$$

где P_0 – вероятность отсутствия измерительного сигнала на входе системы, m – длина очереди.

Среднее число заявок в очереди определяется как разность числа заявок, находящихся в системе $L_{сист}$ и

среднего число заявок, находящихся под обслуживанием

$$L_{обс}: L_{оч} = L_{сист} - L_{обс},$$

$$L_{оч} = \left(\frac{\lambda Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} \right)^2 \frac{\left[1 - \left(\frac{\lambda Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} \right)^m \left(m+1 - m \left(\frac{\lambda Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} \right) \right) \right]}{\left(1 - \left(\frac{\lambda Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} \right)^{m+2} \right) \left(1 - \frac{\lambda Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} \right)}. \quad (4)$$

При испытании ряда объектов информация доставляется получателю только после окончания эксперимента или может быть утеряна в случае неисправности или воздействия помех в канале связи (КС).

Разработанная математическая модель многоканальной измерительной системы как одноканальной СМО с ограниченной очередью позволяет определить оптимальное число КС между подсистемой сбора измерительной информации, расположенной возле технологического объекта, и диспетчерским пунктом с учетом противоречивых требований к контролепригодности, помехоустойчивости и оперативности передачи измерительной информации.

Процесс поступления информации с объектов контроля представляет собой случайный поток заявок на размещение очередного объема информации в одном из частотных диапазонов, а многоканальная линия связи – многоканальную СМО с неограниченной очередью.

Среднее число заявок под обслуживанием – есть среднее число КС, необходимых для обслуживания ($P_{обс} \geq P_{треб}$), которое определяется решением задачи помехоустойчивости для обеспечения требуемой пропускной способности ($P_{обс}$). Среднее число \bar{K} занятых КС ($L_{обс}$) можно получить как отношение абсолютной пропускной способности A к производительности одного КС μ :

$$\bar{K} = \frac{f(t)}{\frac{P_c}{Nh^2 \varepsilon_0^2} \left(1 - \int_0^1 \left\{ \int_0^\infty [f(X_n, v/t) + f(X_b, v/t)] v dv \right\} dt \right)}, \quad (5)$$

$$\omega \frac{Nh^2 \varepsilon_0^2}{P_c} L_{оч}$$

где ω – интенсивность потока уходов заявок из системы. Таким образом, чтобы подсчитать среднее число \bar{K} занятых каналов по формуле (5) нужно предварительно вычислить $L_{оч}$, как математическое ожидание дискретной случайной величины K , представляющей собой

число занятых каналов. С учетом различных состояний СМО на момент прихода заявки данное выражение можно привести к виду:

$$\bar{K} = L_{ок} = - \left(\left[\begin{array}{l} p_0 \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\rho^k}{k!}, \text{ если } 0 < \bar{T}_{ок} < \frac{1}{n\mu}, \\ p_0 \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!}, \text{ если } \frac{1}{n\mu} \leq \bar{T}_{ок} < \frac{2}{n\mu}, \\ p_0 \sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{1}{n!} \sum_{k=n+1}^{n+i-2} \frac{\rho^k}{(n+\beta)(n+2\beta)\dots[n+(k-n)\beta]}, \\ \text{если } (i-1)/(n\mu) \leq \bar{T}_{ок} < i/(n\mu), i \geq 3. \end{array} \right] + NT_c \right) P_c \quad (6)$$

$$2Nc_0^2 \ln(2P_{\text{ош. доп}})$$

где $T_{ок}$ – время ожидания заявки в очереди; β – приведенная интенсивность потока уходов (среднее число уходов из очереди необслуживаемых заявок); ρ – интенсивность потока заявок, поступающих на обслуживание; n – число заявок под обслуживанием (все каналы заняты и r заявок в очереди), k – число заявок под обслуживанием (все каналы заняты, очереди нет).

Таким образом, формула (6) позволяет произвести расчет необходимого числа КС в предлагаемой ТМС с учетом помеховой обстановки и, соответственно, допустимой интенсивности заявок λ при ограниченном числе каналов K .

Подход к решению многокритериальной задачи распределения ресурсов

При этом остается неснятой проблема разноприоритетности каналов различного назначения (управления, передачи оперативной либо служебной информации, а также измерительных сигналов и т.д.), обусловленная различным уровнем требований к допустимым значениям показателей. С другой стороны, объективная разноприоритетность каналов облегчает их ранжировку при свертке частных показателей в обобщенный показатель эффективности (ОПЭ) по принципу «последовательных уступок» [4].

В качестве исходных данных для расчета ОПЭ Q используется вектор $Q = \{Q_1, \dots, Q_{N_r}\}$ показателей степени выполнения требований к качеству связи для каналов с различными приоритетами [5], например, относительных долей КС одного приоритета, качество передачи которых обеспечивается не ниже требуемого. В данном случае при расчете Q учитываются дополнительные параметры в виде вектора требований $\{q_r^*\}$ (где $r = 1, \dots, N_r$ - нумерация приоритетов) к показателям качества передачи сообщений различными каналами связи (КС), разделенными на N_r

групп разного приоритета. Свертка указанного выше вектора Q в одно число Q осуществляется по правилу:

$$Q = q + Q_{q+1}, \quad (7)$$

где q имеет смысл количества приоритетов КС, отсчитываемых по возрастающей от более старших к более младшим до первого номера $q+1$, для которого $Q_{q+1} < 1$. Предлагаемый ОПЭ (7) имеет вид дробно-рационального числа, целая часть которого характеризует количество приоритетов КС, требования к которым выполнены, а дробная часть показывает степень выполнения требований к передаче КС следующего по важности приоритета.

Количества КС M_r в каждой из приоритетных групп r могут быть различными, но при этом общее число уплотняемых каналов $M_1 + \dots + M_{N_r} = M$. Обозначим $m(r)$ - номер КС, входящего в группу с приоритетом r . Тогда в результате сравнения значений показателей $\{q_{m(r)}\}$ (где $m(r) = \bar{1}, \bar{M}$) с требованиями к ним формируется бинарный вектор качества $\{I_{m(r)}\}$, элементы которого определяются по правилу:

$$I_{m(r)} = \begin{cases} 1, & q_{m(r)} \geq q_r^* \\ 0, & q_{m(r)} < q_r^* \end{cases} \quad (8)$$

На основании (8) для каждой приоритетной группы вычисляются частные показатели эффективности Q_r , как относительные доли каналов с качеством передачи сообщений не ниже требуемого: $Q_r = \frac{1}{M_r} \sum_m I_{m(r)}$.

Максимальное значение ОПЭ $Q^- = N_r$ соответствует случаю, когда выполняются требования ко всем каналам. При этом для каждого m и r справедливо $I_{m(r)} = 1$ и $Q_r = 1$. Минимальное значение $Q_- = 0$ соответствует случаю, когда не выполняются требования ни к одному КС первого приоритета, т.е. для каждого $m(1)$ справедливо $I_{m(1)} = 0$ и $Q_1 = 0$ независимо от степени выполнения требований к КС других приоритетов.

На рис. 2 представлен пример формирования зависимости $Q(\delta)$ для случая уплотнения семи КС ($M=7$) в составе трех разноприоритетных групп ($N_r = 3$) при использовании последовательной нумерации каналов в

группах, т.е. $m(1) \in \{1, 2\}$, $m(2) \in \{3, 4\}$, $m(3) \in \{5, 6, 7\}$. Пороги помехозащиты КС распределены следующим образом: $\delta_5^* < \delta_7^* < \delta_6^* < \delta_1^* < \delta_2^* = \delta_3^* < \delta_4^*$. Как видно из графика $Q(\delta)$, ОПЭ становится равным нулю при значении аргумента $\delta = \delta_2^*$, соответствующего максимального из уровней помехозащиты каналов первой группы. Следовательно, задача оптимизации ресурса при формировании многоканальной ТМС сводится к построению такой функции $Q(\delta)$ ступенчатого вида, для которой справедливо соотношение:

$$(\max\{\delta_1^*, \delta_2^*\}) \geq (\max\{\delta_3^*, \delta_4^*\}) \geq (\max\{\delta_5^*, \delta_6^*, \delta_7^*\}).$$

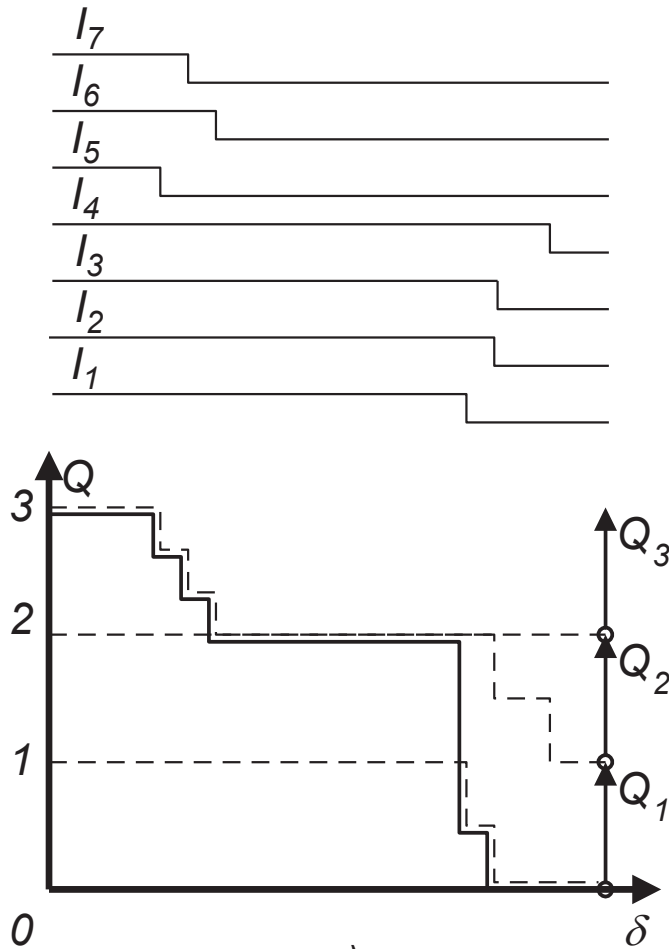


Рис. 2 - Пример свертки частных показателей в ОПЭ по принципу «последовательных уступок»

Подобный алгоритм распределения ресурса соответствует принципу последовательных уступок, когда в первую очередь удовлетворяется показатель первого приоритета, затем с учетом допуска на его значения оптимизируются показатели каналов более низкого приоритета.

Кроме того, несмотря на плохую «аналитичность» ОПЭ вида (7), он является удобной мерой ограничений при решении обратных оптимизационных задач оценки гарантируемой помехозащищенности многоканальной ТМС.

Заключение

Таким образом, оперативный контроль за технологическими объектами может быть выполнен в виде систем обслуживания заявок, представляющих собой многофазные СМО, осуществляющих обнаружение и замеры отклонившихся параметров, их регистрации и приоритетный опрос датчиков, «снимающих» замеры с аппаратуры, что позволяет сократить потери информации, а также производить передачу различной информации с учетом разноприоритетности каналов связи.

Дальнейший путь развития данного направления может быть представлен как интеграция в единое информационно-управляющее пространство (ЕИУП). Объединение сил и средств в ЕИУП позволит многократно увеличить эффективность их боевого применения для поддержания средств боевого управления и связи в постоянной готовности к применению по назначению за счет превосходства над противником в оперативности, осведомленности над обстановкой, взаимодействию, информационной поддержке принятия решения.

Список литературы

1. Винограденко А.М. Разработка способа прогнозирования предаварийного состояния технологических объектов. СПбНТОРЭС, 66-я НТК, 2011 г., с. 161-162.
2. Федоренко В.В., Винограденко А.М. Модель обслуживания заявок. Патент на ПМ №87277.
3. Федоренко И.В., Винограденко А.М. Система для контроля технического состояния радиоэлектронных объектов. Патент на ПМ №90916.
4. Дубов Ю.А., Травкин С.И., Якимец В.Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. – М.: Наука, 1986. – 296 с.
5. Корниенко С.А., Винограденко А.М., Федоренко И.В. Формирование многоканальной линии связи как многокритериальная задача распределения ресурса. «Физика волновых процессов и радиотехнические системы», г. Самара, №5 – 2007 г., с.192-194.

6. Буренин А.Н., Легков К.Е. Эффективные методы управления потоками в защищенных инфо-коммуникационных сетях // H&ES: Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2010. – №2. – С. 29-34.

7. Буренин А.Н., Легков К.Е. Модели процессов мониторинга при обеспечении оперативного контроля эксплуатации инфокоммуникационных сетей специального

назначения // H&ES: Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2011. – № 2. – С. 19-23.

8. Буренин А.Н., Легков К.Е. К вопросу моделирования организации информационной управляющей сети для системы управления современными инфокоммуникационными сетями // H&ES: Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2011. – № 1. – С. 22-25.

SHAPING THE MANY-SERVER TELEMETRY SYSTEM MULTICRITERIA PROBLEM OF THE DISTRIBUTION RESOURCE IN UNITED INFORMATION- CONTROLLING SPACE

Vinogradenko A., Ph.D., Military Academy of communications, VinogradenkoAO@rambler.ru

Litvinov A., Military Academy of communications, litvi-novaleks@mail.ru

Fedorenko V., Doc.Tech.Sci., professor, Nord-Kavkaz Federal University, fovin_25@mail.ru

Yurov A., Military Academy of communications, andropa23@mail.ru

Abstract

The offered way of the operative checking for object of the measurement, implementing finding and measurements deviating parameter, their registrations and priority questioning sensor, as well as determinations of the optimum number channel relationship and their choice. Besides, is organized analysis quotient factors quality channel of the issue different type to information. The generalised factor is offered for decision many priority problems of the shaping the many-server telemetry system by method of the consequent concessions, taking into account priority compacted channel. Thus modelled multichannel telemetric system is considered as system of mass service with the limited turn, consisting of three subsystems: subsystems of data acquisition and formation of signals of a preaccident condition of controlled objects, subsystems of means and communication lines and subsystem of dispatching management. The first subsystem consists of sensors and the controllers which are carrying out registration of parameters of signals and their comparison with admissible limits. Demands for service are the packages of the information symbols created at the exit of measuring sensors in case of an exit of value of controlled technological parameter out of limits of established admissions. Intensity of such demands is defined by number of sensors, temporary characteristics of controlled casual processes and number of the levels established the dopuskovykh for each process. Priority of demands for the service, arriving from sensors, is defined by dynamics of growth of controlled parameter to the established admission. It gives the chance to predict: the there is less than time before achievement of the admission by controlled parameter, the demand priority is higher. Such forecast gives model of service of the demands, allowing to control two flows of demands with various priorities

in three modes. For increase of efficiency of an assessment of technical condition of radio-electronic objects the system for control of technical condition of the radio-electronic objects, allowing to provide frequency of control of parameters of the equipment depending on the speed of their change and by that to increase efficiency of an assessment of technical condition of technological objects is used. The further way of development of this direction can be presented as integration into uniform management information space that will allow to increase repeatedly efficiency of their application for maintenance of equipment of communication and an automation equipment in constant readiness for application to destination due to increase of efficiency, awareness in a situation, interaction, information support of decision-making.

Keywords: telemetry system, communication channel, sensors system of mass service, signals.

References

1. Vinogradenko A, 2011, 'Development of the way of the forecasting of the emergency condition technological object', St. Petersburg, NTORES, 66 conf., pp. 161-162.
2. Fedorenko V & Vinogradenko A, 'Model of the servicing the demands', Patent on model №87277.
3. Fedorenko I & Vinogradenko A, 'System for checking the technical condition electronic object', Patent on model №90916.
4. Dubov Y, Travkin C, Ykimets V, 1986, 'Models of the miscellaneous of the criterion of the shaping and system variant choice', Moscow, Science, p. 296.
5. Kornienko S, Vinogradenko A, Fedorenko V, 2007, 'Shaping many-server communication link as problem of the many criterion of the sharing the resource choice', Physics of the wave processes and technical systems, Samara, No. 5, pp. 192-194.
8. Burenin, A & Legkov, K 2010, 'Effective methods of control over streams in protected infokommunikatsionny networks', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol.2, no.2, pp. 29-34.
9. Burenin, A & Legkov, K 2011, 'Model of monitoring processes when ensuring operative control of operation of infokommunikatsionny networks of special purpose', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol. 3, no. 2, pp. 19-23.
10. Burenin, A & Legkov, K 2011, 'To a question of modeling of the organization of the information managing director of a network for a control system of modern infokommunikatsionny networks', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol. 3, no. 1, pp. 22-25.

СПОСОБ ПОСТРОЕНИЯ УПРАВЛЯЕМЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

Дубровин В.С.,

ФГБОУ ВПО

«Мордовский государственный
университет имени Н.П. Огарёва»,
vsdubrovin13@mail.ru

Никулин В.В.,

ФГБОУ ВПО

«Мордовский государственный
университет имени Н. П. Огарёва»,
nikulinvv@mail.ru

Ключевые слова:

структурная схема, базовый блок,
квадратурные сигналы, линеаризация,
оптимальные коэффициенты.

АННОТАЦИЯ

Общеизвестно, что в функциональных генераторах, где необходимо преобразовать форму сигнала из треугольной в синусоидальную, наибольшее распространение получили диодные функциональные преобразователи, а также преобразователи с использованием ВАХ полевых транзисторов, в основе которых лежит принцип кусочно-линейно, либо кусочно-нелинейной аппроксимации напряжения синусоидальной формы. Однако, весь спектр основных требований (малый коэффициент гармоник, отсутствие постоянной составляющей в сигнале синусоидальной формы, широкий диапазон рабочих частот, инвариантность к изменениям амплитуды сигнала треугольной формы и т.д.) достаточно сложно обеспечить при использовании диодных функциональных преобразователей. Рассмотрение широко применяемых структурных схем построения управляемых функциональных генераторов позволило выявить их недостатки. Анализ исходного синтезированного сигнала показал, что имеются значительные (S -образной формы) отклонения его от идеального сигнала как на нарастающем, так и на спадающем участках. Получены аналитические выражения для вычисления спектральных составляющих синтезированного сигнала. Предложен новый способ линеаризации аддитивного сигнала, заключающийся в том, что с помощью двух вычислителей модулей и суммирующего блока формируется синтезированный сигнал S -образной формы, как на участке прямого хода (нарастающее напряжение), так и на участке обратного хода (спадающее напряжение), а затем с помощью специального блока коррекции значительно увеличивается линейность формируемого сигнала. Получено аналитическое выражение для нахождения оптимального значения «выравнивающих» коэффициентов, позволяющих значительно повысить линейность синтезированного сигнала. Рассчитаны усредненные значения «выравнивающих» коэффициентов для линеаризации сигнала треугольной формы. Это позволило ускорить поиск оптимальных коэффициентов, значительно улучшающих метрологические характеристики формируемого сигнала треугольной формы. Проведенная оптимизация разработанной структурной схемы позволила, вместо трёх сумматоров использовать один блок суммирования-вычитания, а в качестве квадраторов использовать перемножители сигналов с объединёнными входами. Аналитически и на программной модели доказано, что при выравнивании по 5-ой гармонике остаточная погрешность уменьшается более чем в 20 раз. Предлагаемый способ построения функционального генератора позволяет получить сигналы синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы с высокими метрологическими характеристиками (с минимальными искажениями и стабильными амплитудами). Используемые решения защищены несколькими патентами Российской Федерации. Построенный таким образом функциональный генератор может найти применение в прецизионных устройствах радиоэлектроники, автоматики, системах связи

Постановка задачи

Функциональный генератор (ФГ) представляет собой устройство, на выходе которого формируются сигналы различных форм, и в котором сигнал синусоидальной формы получают из сигнала треугольной формы путем специального функционального нелинейного преобразования [20]. Функциональные генераторы находят широкое применение в качестве измерительных генераторов, свип-генераторов, генераторов радиоимпульсов и др. Управляемые функциональные генераторы (УФГ) находят широкое применение в радиоэлектронике, автоматике, системах связи. Выходные сигналы УФГ должны иметь, как правило, высокие метрологические характеристики: минимальный коэффициент искажений для гармонического сигнала и высокую линейность для формируемого сигнала треугольной формы.

В классической структурной схеме [20] простейшего УФГ (рис. 1) интегратор (И), релейный элемент (РЭ) и управляемый делитель (Д), замкнутые в кольцо, образуют автоколебательную систему, на выходах которой формируется сигнал треугольной формы $S_1(t)$ и биполярный сигнал прямоугольной формы $S_2(t)$. Квазигармонический сигнал синусоидальной формы $S_3(t)$ образуется на выходе формирователя Ф, подключенного к выходу интегратора. Изменение частоты генерируемых сигналов производится с помощью управляющего напряжения E_y .

В современных ФГ, где необходимо преобразовать форму сигнала из треугольной в синусоидальную, наибольшее распространение получили диодные функциональные преобразователи (ДФП), а также преобразователи с использованием ВАХ полевых транзисторов, в основе которых лежит принцип кусочно-линейной (КЛА), либо кусочно-нелинейной (КНА) аппроксимации напряжения синусоидальной формы [20].

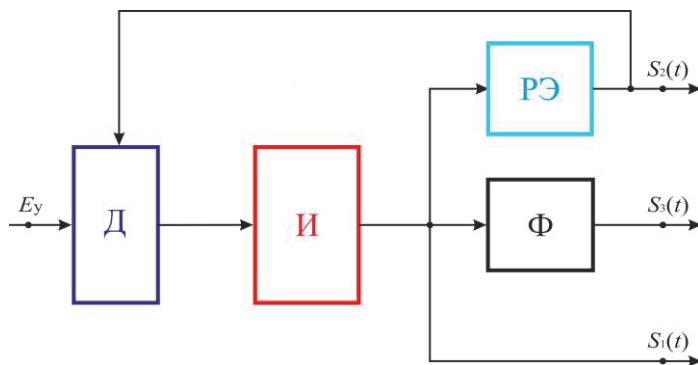


Рис. 1 Структурная схема базовой модели УФГ
И – интегратор; РЭ – релейный элемент; Д – управляемый делитель; Ф – формирователь квазисинусоиды.

Однако, весь спектр основных требований (малый коэффициент гармоник, отсутствие постоянной составляющей в сигнале синусоидальной формы, широкий диапазон рабочих частот, инвариантность к изменениям амплитуды сигнала треугольной формы и т.д.) достаточно сложно обеспечить при использовании ДФП.

В работах [10,25,26] предлагается иной способ построения УФГ (рис. 2), основу которого составляет аддитивный формирователь сигнала треугольной формы.

Источник квадратурных сигналов (ИКС) формирует квадратурные гармонические сигналы $V_1(t)$ и $V_2(t)$, из которых в дальнейшем с помощью преобразователя Ф1 формируется сигнал квазитреугольной формы $S_1(t)$. Формирование биполярных сигналов прямоугольной формы $S_2(t)$ производится с помощью блока Ф2. Частота выходных сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$ равна удвоенной частоте исходных квадратурных сигналов $V_1(t)$ и $V_2(t)$, поэтому формирователь Ф3 предназначен для получения гармонического синусоидального сигнала $S_3(t)$ удвоенной частоты.

Выбор структурной схемы УФГ зависит, прежде всего, от требований, предъявляемых к форме выходных сигналов, а также от сложности построения отдельных устройств, входящих в состав УФГ и наличия дополнительных сервисных возможностей создаваемого генератора.

Для многих приложений требуются сигналы синусоидальной формы с минимальными нелинейными искажениями, что наиболее просто обеспечивается в схеме показанной на рис. 2. Кроме того, в этой схеме формируются также квадратурные гармонические сигналы, что обеспечивает дополнительные сервисные возможности УФГ.

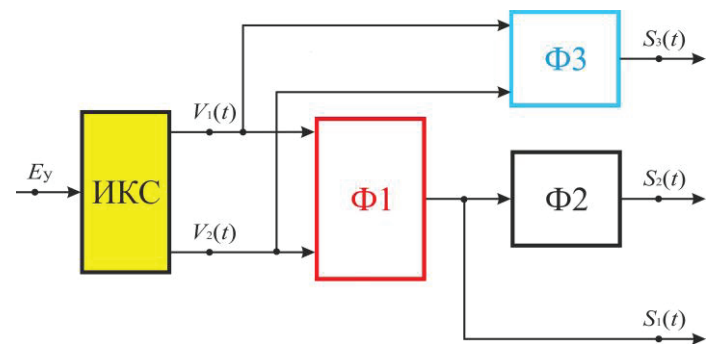


Рис. 2 Структурная схема УФГ
ИКС – источник квадратурных сигналов; Ф1 – аддитивный формирователь сигнала треугольной формы;
Ф2 – формирователь биполярного сигнала прямоугольной формы; Ф3 – формирователь гармонического сигнала.

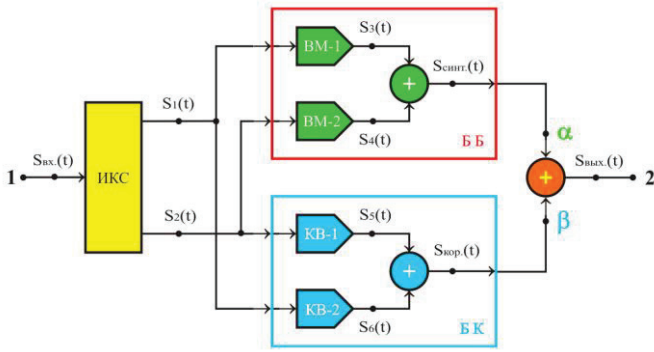


Рис. 3 Структурная схема аддитивного формирователя

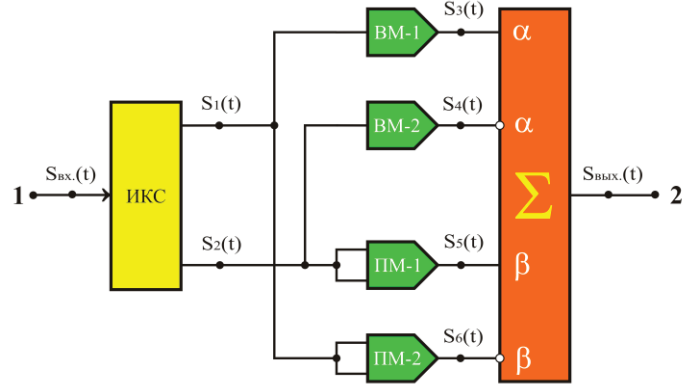


Рис. 4 Преобразованная структурная схема

Схемотехнические решения проектирования управляемых источников квадратурных сигналов с высокими метрологическими характеристиками достаточно хорошо отработаны [1-3,12-19,27]. Для формирования квадратурных сигналов $V_1(t)$ и $V_2(t)$ может использоваться либо генератор квадратурных сигналов (ГКС) [1,14,16,18,27], либо различные фазовращающие цепи [2,3,12,13,15,19]. Главное требование, предъявляемое к ГКС – стабильность амплитуд во всём частотном диапазоне и незначительные нелинейные искажения выходных сигналов. Основное требование к фазовращающим цепям – стабильность фазовых сдвигов во всём диапазоне изменения частоты выходного сигнала.

Однако сигнал $S_1(t)$, формируемый с помощью только квадратурных составляющих $V_1(t)$ и $V_2(t)$ имеет сравнительно невысокую линейность как на участке нарастающего, так и на участке спадающего напряжений. В работах [4,6,7,21-24] предлагаются различные способы линеаризации формируемого сигнала треугольной формы для УФГ, построенных на принципе формирования линейно-изменяющегося сигнала из двух гармонических сигналов, сдвинутых друг относительно друга на 90 эл. град.

Метод решения

Новая идея формирования квазилинейного сигнала из двух гармонических сигналов, сдвинутых друг относительно друга на угол 90 эл. град., заключается в том, что с помощью двух вычислителей модулей и суммирующего блока формируется синтезированный сигнал S -образной формы, как на участке прямого хода (нарастающее напряжение), так и на участке обратного хода (спадающее напряжение), а затем с помощью специального блока коррекции значительно увеличивается линейность формируемого сигнала.

Рассмотрим более подробно способ повышения линейности синтезированного сигнала [24,25].

Структурная схема аддитивного формирователя линейно-изменяющегося напряжения приведена на рис. 3. Базовый блок (ББ), представляющий собой аддитивный формирователь, содержит два вычислителя модуля и сумматор. На входы ББ подаются квадратурные гармонические сигналы: $S_1(t) = A \sin(\omega_0 t)$ и $S_2(t) = A \cos(\omega_0 t)$, где A – амплитуда, а ω_0 – круговая частота квадратурных сигналов. Блок коррекции (БК) содержит два квадратора (КВ) и сумматор.

Структурная схема, изображённая на рис. 3 предназначена лишь для пояснения принципа формирования следующих сигналов: синтезированного $S_{\text{синт.}}(t)$, коррекции $S_{\text{кор.}}(t)$ и выходного $S_{\text{вых.}}(t)$.

Реальная схема формирователя может быть упрощена, если вместо трёх сумматоров использовать один блок суммирования-вычитания (рис. 4), а в качестве квадраторов использовать перемножители сигналов с объединёнными входами.

Временные диаграммы, поясняющие принцип формирования синтезированного «квазилинейного» сигнала треугольной формы, приведены на рис. 5.

Графики построены для нормированного значения амплитуд $A^* = 1$. Очевидно, что частота основной гармоники Ω_0 синтезированного сигнала равна удвоенному значению частоты ω_0 квадратурных сигналов, то есть $\Omega_0 = 2\omega_0$.

Для разложения синтезированного сигнала $S_{\text{синт.}}(t)$ в ряд Фурье по синусным составляющим перенесём систему координат из точки O в точку O_1 (рис. 5).

Для интервала T_1 справедлива следующая система уравнений:

$$S_{\text{синт.}}(t) = \sin x - \cos x; S_{\text{э.т.}}(t) = (4/\pi)x - 1, \quad (1)$$

где $x = \omega t$ – текущее значение угла.

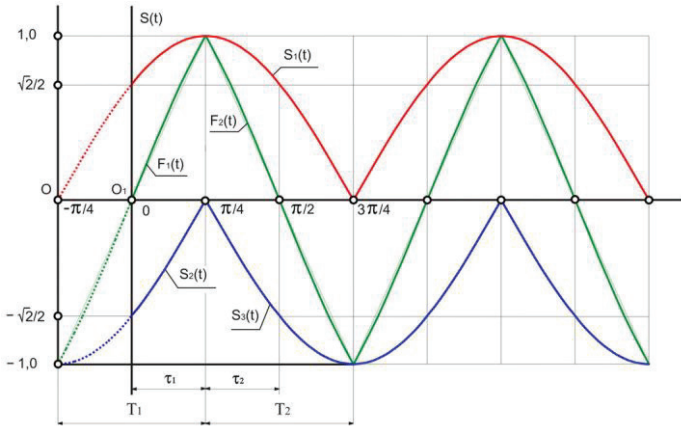


Рис. 5 Временные диаграммы принципа формирования сигнала треугольной формы

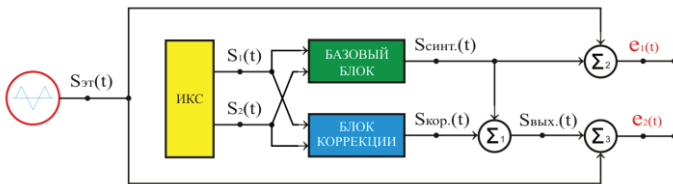


Рис. 6 Расчётная схема

Для первого интервала $\tau_1 = T_1/2$ (от 0 до $\pi/4$) получим следующую систему уравнений:

$$S_1(x) = \sin(x + \pi/4); S_2(x) = -\cos(x + \pi/4); F_1(x) = S_1(x) - S_2(x) = \sqrt{2} \sin x, \quad (2)$$

а для второго интервала $\tau_2 = T_2/2$ (от $\pi/4$ до $\pi/2$):

$$S_1(x) = \sin(x + \pi/4); S_3(x) = \cos(x + \pi/4); F_2(x) = S_1(x) - S_3(x) = \sqrt{2} \cos x. \quad (3)$$

Коэффициенты разложения $a_{\text{лсинт}} = 0$, а коэффициенты $b_{\text{лсинт}}$ найдём с помощью общеизвестной формулы:

$$b_{\text{лсинт}} = \frac{4}{\pi} \left[\int_0^{\pi/4} F_1(x) \sin(2nx) dx + \int_{\pi/4}^{\pi/2} F_2(x) \sin(2nx) dx \right], \quad (4)$$

где $n = 1, 3, 5, \dots$

После элементарных преобразований получим формулу для вычисления амплитуд гармонических составляющих синтезированного сигнала:

$$A_{\text{лсинт}} = b_{\text{лсинт}} = \frac{8}{\pi(4n^2 - 1)} \sin(n \frac{\pi}{2}). \quad (5)$$

Для идеального (эталонного) сигнала $S_{\text{эт}}(t)$ треугольной формы после разложения в ряд Фурье по sinusным составляющим получим:

$$A_{\text{нэт}} = \frac{8}{\pi^2 n^2} \sin(n \frac{\pi}{2}). \quad (6)$$

Для качественной оценки синтезируемого сигнала и оптимального выбора коэффициентов корректирующего блока воспользуемся расчётной схемой (рис. 6).

Сигнал ошибки $e_1(t)$ определяется как разность между входными сигналами сумматора:

$$e_1(t) = S_{\text{эт}}(t) - S_{\text{синт}}(t).$$

Остаточную погрешность $e_2(t)$ можно вычислить с помощью следующей формулы:

$$e_2(t) = S_{\text{эт}}(t) - S_{\text{вых}}(t).$$

Перейдя к исходной системе координат, вычислим коэффициенты разложения a_{nel} функции $e_1 = f(x)$ в ряд Фурье с помощью формулы:

$$a_{\text{nel}} = \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} \left[\left(\frac{4}{\pi} x - 1 \right) - \sin x + \cos x \right] \cos(2nx) dx. \quad (7)$$

Используя (7), получим формулу для вычисления амплитуд A_{nel} спектральных составляющих:

$$A_{\text{nel}} = \frac{8}{\pi^2 n^2 (4n^2 - 1)} \left[1 + (\pi - 4)n^2 \right] \sin(n \frac{\pi}{2}). \quad (8)$$

На рис. 7 приведены графические зависимости распределения спектральных составляющих в логарифмическом масштабе для эталонного $S_{\text{эт}}(t)$ и синтезированного $S_{\text{синт}}(t)$ сигналов.

Из анализа графиков (рис. 7) и выражений (5) и (6) следует, что линии тренда для высших гармоник эталонного и синтезированного сигналов практически совпадают (при $n^2 \gg 1$). Отличия наблюдаются лишь для первых наиболее сильных нескольких гармоник, например, амплитудные значения $A_{1\text{синт}} = 8/(3^2) = 0,849$; $A_{1\text{эт}} = 8/(1^2) = 0,811$.

Различие в амплитудных составляющих удобно оценивать с помощью соответствующих коэффициентов «выравнивания» $\alpha_n = A_{\text{нэт}}/A_{\text{лсинт}}$:

$$\alpha_n = \frac{4n^2 - 1}{\pi n^2}. \quad (9)$$

Для первой гармоники коэффициент $\alpha_1 = 3/0,9549$, а для высших гармонических составляющих значения (α_n $4/1 = 1,2732$), то есть значения коэффициента α_n практически не зависят от номера гармоники (при $n^2 \gg 1$).

Данное обстоятельство позволяет построить простой и эффективный блок коррекции, значительно улучшающий качество (линейность) исходного син-

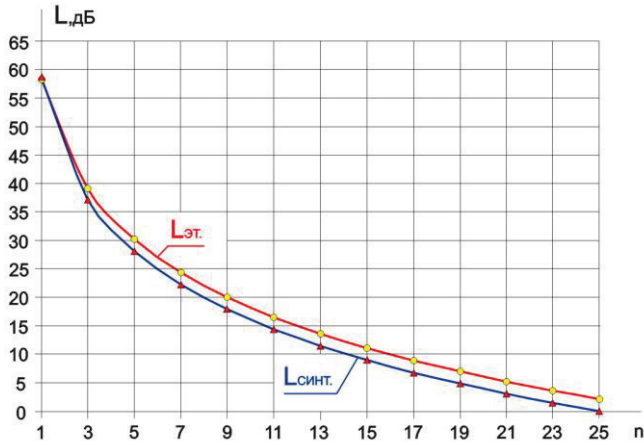


Рис. 7 Распределение спектральных составляющих эталонного и синтезированного сигналов

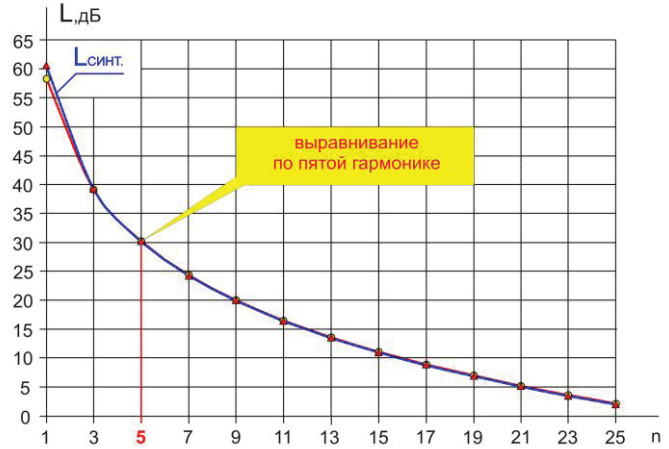


Рис. 8 Распределение спектральных составляющих эталонного и синтезированного сигналов с учётом коэффициента выравнивания по пятой гармонике

тезированного сигнала $S_{\text{синт.}}(t)$. Например, для того чтобы произвести выравнивание спектральных составляющих сигналов по пятой гармонике ($A_{5\text{синт.}} = A_{5\text{эт.}}$) необходимо умножить синтезированный сигнал $S_{\text{синт.}}(t)$ на коэффициент α_5 . Очевидно, что при этом все остальные высшие гармоники также возрастут и приблизятся к соответствующим значениям высших гармонических составляющих эталонного сигнала (рис. 8).

Очевидно также, что и первая гармоника $A_{1\text{синт.}}$ при этом также возрастёт, превысив и без того завышенное значение в синтезированном сигнале.

На первом этапе оптимизации в качестве исходного «выравнивающего» коэффициента было принято среднее значение $\alpha_{\text{ср.}} = (\alpha_3 + \alpha_n)/2 = 1,2556$, а затем найдено оптимальное значение коэффициента $\alpha_{\text{опт.}}$.

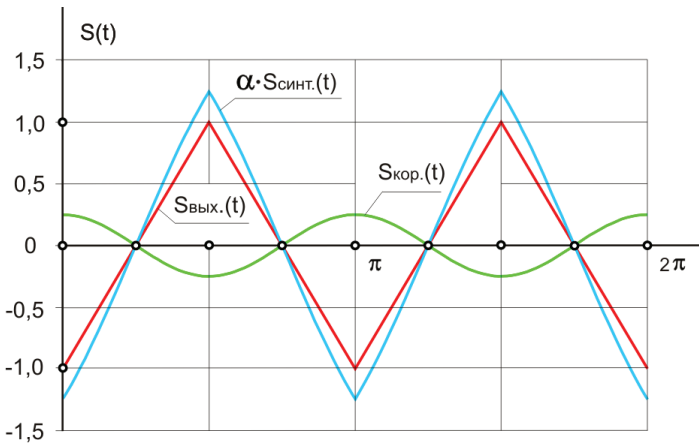


Рис. 9 Принцип компенсации нелинейности синтезированного сигнала

Затем проведена оптимизация этого значения, исходя из условия минимизации ошибки скорректированного сигнала.

Найденное оптимальное значение $\alpha_{\text{опт.}} = 1,2612$ практически совпадает с коэффициентом выравнивания по пятой гармонике $\alpha_5 = 1,2605$. Таким образом, для практических расчётов можно принять за оптимальное значение коэффициента $\alpha_{\text{опт.}} \approx 1,26$.

Принцип компенсации нелинейности синтезированного сигнала $S_{\text{синт.}}(t)$ поясняет рис. 9. Для формирования выходного сигнала $S_{\text{вых.}}(t)$ синтезированный сигнал $S_{\text{синт.}}(t)$ необходимо умножить на рассчитанный коэффициент $\alpha_{\text{опт.}}$, затем сформировать с помощью блока коррекции компенсирующий гармонический сигнал с частотой, равной удвоенному значению частоты входных сигналов:

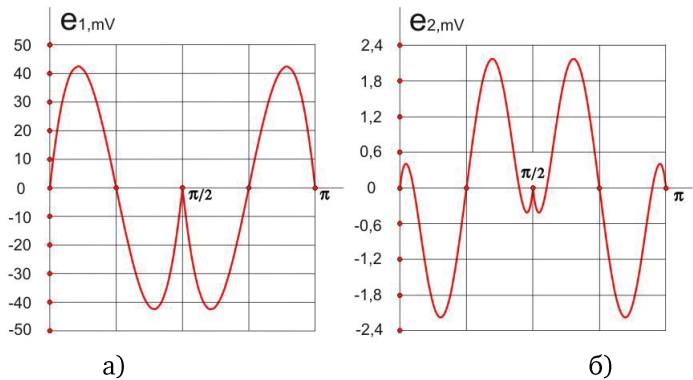


Рис. 10 Погрешность синтезированного сигнала

$$S_{\text{кор.}}(t) = \beta(\cos^2 \omega_0 t - \sin^2 \omega_0 t) = \beta \cos(2\omega_0 t) = \beta \cos(\Omega_0 t)$$

и произвести их суммирование: $S_{\text{вых.}}(t) = \alpha_{\text{онм.}} S_{\text{синт.}}(t) + S_{\text{кор.}}(t)$. Для сохранения равенства амплитудных значений эталонного и выходного сигнала необходимо выполнить следующее условие: $\beta = (1 - \alpha_{\text{онм.}})$.

Результаты аналитического анализа и математического моделирования по определению погрешностей синтезированного сигнала представлены на рис. 10.

Из анализа графической зависимости $e_1 = (\cos x - \sin x + 4x / -1)$ следует, что максимальное отклонение $e_{1\text{max}}$ (при нормированном значении амплитуды $A^* = 1000\text{мВ}$) равно 42,5 мВ, что составляет примерно 4% (рис.10а). Результаты коррекции (при выравнивании по пятой гармонике) представлены на рис. 10б, откуда следует, что остаточная погрешность e_2 уменьшается более чем в 20 раз.

Полученные результаты

1. Рассмотрены структурные схемы построения управляемых функциональных генераторов, предложен способ линеаризации синтезированного сигнала квазигугольной формы.
2. Получены аналитические выражения для вычисления спектральных составляющих синтезированного сигнала.
3. Получено аналитическое выражение для нахождения оптимального значения «выравнивающего» коэффициента, позволяющего значительно повысить линейность синтезированного сигнала.
4. Рассчитаны оптимальные значения коэффициентов, позволяющие значительно повысить метрологические характеристики формируемых сигналов.
5. Доказано, что при выравнивании по 5-ой гармонике остаточная погрешность уменьшается более чем в 20 раз.
6. Предлагаемый способ построения функционального генератора позволяет получить сигналы синусоидальной, треугольной и прямоугольной формы с высокими метрологическими характеристиками (с минимальными искажениями и стабильными амплитудами).
7. Функциональный генератор может найти применение в прецизионных устройствах радиоэлектроники, автоматики, системах связи.

Литература

1. Дубровин В. С. Генератор ортогональных сигналов / В. С. Дубровин // Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов : сб. ст. V Всерос. науч.-техн. конф. – Пенза, 2007. – С. 154–156.
2. Дубровин В. С. Аналого-цифровые способы формирования ортогональных сигналов / В. С. Дубровин, В. В. Нику-

лин // Методы и средства управления технологическими процессами : МСУТП–2007 : материалы IV Междунар. конф., Саранск, 24–26 окт. 2007 г. – Саранск, 2007. – С. 234–236.

3. Дубровин В. С. Преобразователь напряжения с кодоуправляемыми резисторами / В. С. Дубровин // Естественно-технические исследования : теория, методы, практика : (межвуз. сб. науч. тр.). – Саранск, 2007. – Вып. 7. – С. 3–6.

4. Дубровин В. С. Способ линеаризации аддитивного сигнала треугольной формы / В. С. Дубровин, А. М. Зюзин // Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании : сб. ст. XXIII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2009. – С. 182–184.

5. Дубровин В. С. Принципы построения, анализ и синтез формирователей аддитивных сигналов треугольной формы / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Современные проблемы и эксплуатации радиотехнических систем : тр. шестой Всерос. науч.-практ. конф. (с участием стран СНГ), г. Ульяновск, 22–23 сент. 2009 г. – Ульяновск, 2009. – С. 84–87.

6. Дубровин В. С. Определение погрешности линеаризации синтезированного линейно-изменяющегося сигнала в среде LabView / В. С. Дубровин, М. В. Ильин // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments : сб. тр. восьмой Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 20–21 нояб. 2009 г. – М., 2009. – С. 226–228.

7. Дубровин В. С. К расчету спектральных составляющих линейно-изменяющегося синтезированного сигнала / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Технические и естественные науки: проблемы, теория, практика : межвуз. сб. науч. тр. – Саранск, 2009. – Вып. 10. – С. 8–14.

8. Дубровин В. С. Оптимизация коэффициентов «выравнивания» формирователя линейно-изменяющегося сигнала [Электронный ресурс] / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Электроника и электронные технологии. – Электрон. журн. – 2009. – Спец. вып. 6. – Режим доступа: http://fetmag.mrsu.ru./2009-2/pdf/linear_signal_generation.pdf, свободный. – 0420900067/0064. – Дата обращения: 21.05.2013.

9. Дубровин В. С. Спектральный анализ квазилинейного сигнала треугольной формы / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // XXXVII Огарёвские чтения : материалы науч. конф. – Саранск, 2009. – Ч. 3 : Технические науки. – С. 134–136.

10. Дубровин В. С. Принципы построения функциональных генераторов [Электронный ресурс] / В. С. Дубровин // Электроника и электронные технологии. – Электрон. журн. – 2010. – Вып. 2 (9). – Режим доступа: <http://fetmag.mrsu.ru./2010-2/pdf/Oscillator.pdf>, свободный. – 0421000067/0063. – Дата обращения: 21.05.2013.

11. Дубровин В. С. Модель для оптимизации параметров синтезированного сигнала / В. С. Дубровин, Е. А. Сайгина // Труды Северо-Кавказского филиала Московского техни-

- ческого университета связи и информатики. – Ростов н/Д., 2011. – С. 234–236.
12. Дубровин В. С. Управляемые фазовращатели / В. С. Дубровин // Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях : межвуз. сб. – Бийск, 2011. – Вып. 1. – С. 38–41.
13. Дубровин В. С. Применение фазовращающих цепей при построении многофазных генераторов гармонических сигналов [Электронный ресурс] / В. С. Дубровин // Электроника и электронные технологии. – Электрон. журн. – 2011. – Вып. 1 (10). – Режим доступа: <http://fetmag.mrsu.ru/2011-1/pdf/Phase-Shift.pdf>, свободный. –0421100067/0009. – Дата обращения: 21.05.2013.
14. Дубровин В. С. Формирователь квадратурных сигналов / В. С. Дубровин // Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2012. – Вып. 2 (2). – С. 35–38.
15. Дубровин В. С. Управляемые фазовращатели / В. С. Дубровин // Южно-сибирский научный вестник. – Бийск, 2012. – Вып. 2 (2). – С. 38–41.
16. Дубровин В. С. Многоконтурная система стабилизации управляемого генератора / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2013. – № 1. – С. 74–82.
17. Дубровин В. С. Управляемый формирователь квадратурных гармонических сигналов / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – Йошкар-Ола, 2013. – № 1 (17). – С. 5–11.
18. Дубровин В. С. Управляемый квадратурный генератор с многоконтурной системой стабилизации / В. С. Дубровин, В. В. Никулин // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах : материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 22 мая 2013 г. – Волгоград, 2013. – С. 33–37.
19. Никулин В. В. Фильтры устройств связи : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Аналоговые электрические фильтры / В. В. Никулин, О. А. Захаржевский, В. С. Дубровин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 108 с.
20. Ноткин Л. Р. Функциональные генераторы и их применение / Л. Р. Ноткин. – М. : Радио и связь, 1983. – 184 с.
21. Пат. 81859 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аналого-цифровой аддитивный формирователь сигнала треугольной формы / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2008146321/22 ; заявл. 24.11.08 ; опубл. 27.03.09, Бюл. № 9. – 12 с. : 2 ил.
22. Пат. 81860 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2008146300/22 ; заявл. 24.11.08 ; опубл. 27.03.09, Бюл. № 9. – 6 с. : 2 ил.
23. Пат. 83669 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2009103327/22 ; заявл. 02.02.09 ; опубл. 10.06.09, Бюл. № 16. – 8 с. : 5 ил.
24. Пат. 83670 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 К 4/06. Аддитивный формирователь сигнала треугольной формы / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2009103333/22 ; заявл. 02.02.09 ; опубл. 10.06.09, Бюл. № 16. – 3 с. : 8 ил.
25. Пат. 101291 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Функциональный генератор / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО») – № 2010137125/09 ; заявл. 06.09.10 ; опубл. 10.01.11, Бюл. № 1. – 7 с. : 2 ил.
26. Пат. 104402 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Функциональный генератор / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2011100735/09 ; заявл. 12.01.11 ; опубл. 10.05.11, Бюл. № 13. – 8 с. : 2 ил.
27. Пат. 127554 Российская Федерация, МПК⁷ Н 03 В 27/00. Формирователь квадратурных сигналов / Дубровин В. С., Зюзин А. М. ; заявитель и патентообладатель Негосударственное научно-образовательное учреждение «Саранский Дом науки и техники Российского Союза научных и инженерных общественных организаций» (ННОУ «Саранский Дом науки и техники РСНИИОО»). – № 2012138489/08 ; заявл. 07.09.12 ; опубл. 27.04.13, Бюл. № 12. – 1 с. : 2 ил.

METHOD OF CONSTRUCTION OF CONTROLLED FUNCTION GENERATOR

Dubrovin V., Mordovia State University, Associate Professor of department of information and communication technologies and communication systems, dvs8937@saransk.ru

Nikulin V., Mordovia State University, Head of the department of information and communication technologies and communication systems, nikulinvv@mail.ru

Keywords: block diagram, the base unit, the quadrature signals, linearization, optimality ratios.

Abstract

It is well known that in function generators, where it is necessary to convert the signal from the triangular shape into the sinusoidal one, the most widely used are diode function generators and converters using the VAC field-effect transistors, which are based on the principle of piecewise linear or piecewise - nonlinear approximation of sinusoidal voltage. However, the full range of core requirements (low harmonic distortion, no constant component in the signal sine wave, a wide range of operating frequencies, invariance to changes in the signal amplitude of the triangular forms, etc.) is quite difficult to achieve when using diode functional converters. The article discusses widely used building block diagrams on controlled function generators and reveals their short-comings. Analysis of the source to synthesize the signal showed that there were significant (S-shaped) deviations from the reference it as on the rising and in the falling part. We obtained analytical expressions for the calculation of the spectral components of the synthesized signal. The authors explore a new method for the additive signal linearization where with use of two module calculators, and an adder a synthesized S-shaped signal is formed in the section of forward line (increasing voltage) as well as in the section of reverse motion (falling voltage), and then using a special correction module the linearity of the signal generated is increased significantly. A new method of linearization of the additive signal and analytical expressions for finding the optimal value of the "smoothing" factor that enables it to significantly improve the linearity of the synthesized signal was obtained. Averaged values of "leveling" of the coefficients for the linearization of the signal triangular shape designed. It was possible to accelerate the search for the optimal coefficients significantly improved depleting the metrological characteristics of the signal formed a triangular shape. Optimization of the developed structural scheme allowed us instead of three adders to use one adder-subtractor and instead of quads to use signals multiplier units with conjugated inputs. Analytically and programming model proved that the alignment for the fifth harmonic of the residual error is reduced by more than 20 times. The proposed method for constructing the function generator provides a sinusoidal signal, triangular and rectangular shapes with high metrological characteristics (with minimal distortion and stable amplitudes). Used solutions protected by several patents of the Russian Federation. Thus constructed, the function generator can be used in high-precision devices, electronics, automation, communication systems topics.

Reference

1. Dubrovin, V. S 2007, Orthogonal signal generator. Modern methods and means of the processing of spatio-temporal signals: scientific conference. Penza, 2007, pp. 154-156.
2. Dubrovin, VS & Nikulin, VV 2007, Analog-to-digital methods of forming orthogonal signals. Methods and tools for process control: MSUTP-2007: Proceedings of IV Intern. conf., Saransk, pp. 234-236.
3. Dubrovin, VS 2007, Voltage converter with kodoupravlyayemyimi resistors. Natural and technological research: theory, methods, practice: (Interuniversity collection of scientific papers). Saransk, Issue. 7. pp. 3-6.
4. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2009, Additive signal linearization method triangular shape. Mathematical methods and information technologies in economics, sociology and education: Sat Art. XXIII International Scientific and Technical Conference. Penza, pp. 182-184.
5. Dubrovin, VS & Nikulin, VV 2009, Principles of construction, analysis and synthesis of additive signal generators triangular shape. Modern problems and operation of radio systems: proceedings Sixth Russian Scientific and Practical Conference (with the participation of CIS countries), Ulyanovsk, pp. 84-87.
6. Dubrovin, VS & Ilyin, MV 2009, Definition error linearization synthesized

linearly varying signal in the environment LabView. Educational, scientific and engineering applications with LabVIEW and Technology National Instruments: Proceedings of the Eighth International Scientific and Practical Conference, Moscow, pp. 226-228.

7. Dubrovin, VS, Nikulin, VV, On the calculation of the spectral components of linearly varying synthesized signal. Engineering and science: problems, theory and practice: Hi. Sat scientific. tr. Saransk, 2009. Issue. 10. pp. 8-14.

8. Dubrovin, VS, Nikulin, VV 2009, Optimization coefficients "leveling" shaper linearly varying signal [electronic resource]. Electronics and electronic technologies. Electronic Journal, Spec. No 6. http://fetmag.mrsu.ru/2009_2/pdf/linear_signal_generation.pdf.

9. Dubrovin, VS & Nikulin, VV 2009, Spectral analysis of quasi triangular shaped signal. XXXVII Ogarevsky readings: Materials Science Conference, Saransk, Part 3: Engineering. pp. 134-136.

10. Dubrovin, VS 2010, Principles of construction of function generators [electronic resource]. Electronics and Electronic Technology, Issue. 2 (9). <http://fetmag.mrsu.ru/2010-2/pdf/Oscillator.pdf>.

11. Dubrovin, VS & Saigina, EA 2011, Model to optimize the parameters of the synthesized signal. Proceedings of the North Caucasus branch of the Moscow Technical University of Communications and Informatics. Rostov-on-Don, pp. 234-236.

12. Dubrovin, VS 2011, Controlled phase shifters. Measurements, automation and simulation in industry and re-search: Interuniversity collection. Bijsk, Issue. 1. pp. 38-41.

13. Dubrovin, VS 2011, Application fazovraschayuschih chains in the construction of multi-phase generators of harmonic signals [electronic resource]. Electronics and electronic technologies. - Electron. journal. - Issue. 1 (10). <http://fetmag.mrsu.ru/2011-1/pdf/Phase-Shift.pdf>.

14. Dubrovin, VS 2012a, Quadrature signal generator. South Siberian Scientific Bulletin. Bijsk, Issue. 2 (2), pp. 35-38.

15. Dubrovin, VS 2012b, Controlled phase shifters. South Siberian Scientific Bulletin. Bijsk, Issue. 2 (2), pp. 38-41.

16. Dubrovin, VS & Nikulin, VV 2013a, Multicircuit stabilization system controlled oscillator / Bulletin of the Astra-khan State Technical University, No 1, pp. 74-82.

17. Dubrovin, VS, Nikulin, VV 2013b, Managed quadrature generator harmonic signals / Bulletin of the Volga State Technological University Yoshkar-Ola, No 1 (17), pp. 5-11.

18. Dubrovin, VS, Nikulin, VV 2013c, Managed quadrature generator with multi-loop stabilization system, Problems of Information Transmission in the Infocomm systems: Materials of Russian Scientific and Practical Conference, Volgograd, May 22, pp. 33-37.

19. Nikulin, VV & Zakhazhevsky, OA & Dubrovin, VS 2010, Filters communication devices: a tutorial. In 2 parts Part 1. Analog electrical filters, Saransk Univ Mordovia University Press, 108 p.

20. Notkin, LR 1983, Function generators and their application. Moskau, Radio and communication, 184 p.

21. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2009a, Patent 81859 Russian Federation MPK7 H 03 K 4/06. Analog-to-digital signal conditioner additive triangular shape, № 2008146321/22; appl. 24.11.08, publ. 27.03.09, Bull. No 9, 12 p.

22. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2009b, Patent 81860 Russian Federation MPK7 H 03 K 4/06. Additive signal shaper triangular shape, № 2008146300/22; appl. 24.11.08, publ. 27.03.09, Bull. No 9, 6 p.

23. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2009c, Patent 83669 Russian Federation MPK7 H 03 K 4/06. Additive signal shaper triangular shape, № 2009103327/22; appl. 02.02.09, publ. 10.06.09, Bull. No 16, 8 p.

24. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2009d, Patent 83670 Russian Federation MPK7 H 03 K 4/06. Additive signal shaper triangular shape, № 2009103333/22; appl. 02.02.09, publ. 10.06.09, Bull. No 16, 3 p.

25. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2010, Patent 101291 Russian Federation, MPK7 H 03 B 27/00. Function Generator, No 2010137125/09; appl. 06.09.10, publ. 10.01.11, Bull. No 1, 7 p.

26. Dubrovin, VS & Zyuzin AM 2011, Patent 104402 Russian Federation, MPK7 H 03 B 27/00. Function Generator, No 2011100735/09; appl. 12.01.11, publ. 10.05.11, Bull. No 13, 8 p.

27. Dubrovin, VS & Zyuzin, AM 2012, Patent 127554 Russian Federation, MPK7 H 03 B 27/00. Quadrature signal generator, No 2012138489/08; appl. 07.09.12, publ. 27.04.13, Bull. No 12, 1 p.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ СИГНАЛОВ

Павликов С.Н.,

Морской государственный
университет имени Г.И. Невельского,
psn1953@mail.ru

Убанкин Е.И.,

Морской государственный
университет имени Г.И. Невельского,
uei@inbox.ru

Котов Г. Г.,

Дальневосточный
государственный технический
рыбохозяйственный университет,
oi_festu@mail.ru

Ключевые слова:

метод, преобразование Фурье,
частотная модуляция,
широкополосные сигналы,
мультипликативная обработка

АННОТАЦИЯ

В работе оценена устойчивость предлагаемых сигналов к группе мультипликативных преобразований носителя от сдвига начала сигнала относительно начала его отсчета. За критерий устойчивости к данным преобразованиям выбрана ширина полосы соответствующего спектра: Фурье для аддитивных и Меллина для мультипликативных преобразований. При этом финитные сигналы (с ограниченным спектром) могут считаться устойчивыми только при незначительных преобразованиях носителя, т.е. для малых сдвигов в соответствующем масштабе (сжатие в логарифмическом масштабе преобразуется в сдвиг). Для выявления качественных и количественных характеристик зависимости свойств мультипликативного сигнала от сдвига его начала (сдвига «черной дыры») оценена полоса спектра Меллина сигнала с прямоугольной огибающей. В работе обоснована связь между разрешением по доплеровскому параметру и сдвигом начала мультипликативного сигнала относительно начала его отсчета, что позволяет одновременно решать задачи как оценки относительной радиальной скорости объектов информационного взаимодействия, так и компенсации её воздействия в радиоканале. Обоснована модель, обеспечивающая возможность построения гибких алгоритмов и программного обеспечения для цифрового устройства формирования и обработки сигналов для различных приложений. Предлагаемый подход также позволяет формировать различные множества в пространстве ортогональных сигналов. Данные сигналы позволяют уменьшить взаимные перекрестные помехи в системах телекоммуникаций, тем самым снизить общий уровень помех и требования к пороговым схемам приемных трактов телекоммуникационных систем различных назначений.

Область применения: мобильные информационные и телекоммуникационные, локационные и навигационные системы, особенно в условиях нарушения когерентности отклика в радиоканале. Особое значение предлагаемая математическая модель имеет при применении в телекоммуникационных системах высокоскоростных маневренных объектов (ракетных, космических), при использовании широкополосных сигналов (для которых значение ширины спектра соизмеримо со средней частотой высокочастотной составляющей).

Выводы: Разработана математическая модель мультипликативных сигналов позволяющая формировать различные сигналы в зависимости от решаемых телекоммуникационных задач, в том числе и сигналов, обладающих повышенной структурной скрытностью.

В телекоммуникационных системах (ТКС) информация извлекается путем анализа электромагнитного поля воздействующего на апертуру антенны в течение определенного времени.

В приемной антенне в результате воздействия электромагнитного поля образуется пространственно-временной сигнал, путем обработки которого и получается необходимая информация. Представлением сигнала или просто сигналом $S(\bar{x}, t)$ называется функция, заданная на некотором многообразии (плоскость, сфера и т. п.), описывающая изменение какой-либо физической величины (например, напряжённости электромагнитного поля) и несущая полезную в данной задаче информацию. Так, если ТКС решает задачу обнаружения сигнала в узком частотном диапазоне, то сигналом является функция, описывающая изменение напряжённости дискретной составляющей поля в этом диапазоне. При определении дальности до цели в активном режиме полезным сигналом будет соответствующее математическое описание отражённого от цели сигнала. Таким образом, понятие сигнала определяется решаемой задачей и режимом работы ТКС. Остальная часть электромагнитного поля, не несущая полезной информации в данной задаче, является помехой.

Каждый конкретный принимаемый сигнал является представителем ансамбля сигналов, т.е. $S(\bar{x}, t) \in S$, где S – пространство сигналов. Совокупность точек аргумента (\bar{x}, t) в каждой из которых $S(\bar{x}, t) \neq 0$, называется носителем сигнала и обозначается $\text{supp } S(\bar{x}, t)$. Как следует из определения сигнала, его носителем является время и пространство, т.е. пространственно-временной континуум. В дальнейшем отождествим носитель сигнала со временем, то есть будем рассматривать сигнал только как функцию времени $S(t)$. Такое представление является правомерным, так как такая зависимость имеет место на выходе устройства формирования характеристики направленности (УФХН). Множество сигналов S с определенным образом заданной мерой представляет собой пространство сигналов со свойствами, определяемыми этой мерой [1]. При этом разные меры образуют на одном и том же множестве различные метрические пространства. Исходя из этого, сигналы, естественным образом заданные относительно аддитивной меры (dt), будем называть аддитивными. Сигналы, естественным образом заданные относительно мультипликативной меры ($d \ln t$), соответственно, мультипликативными сигналами. Таким образом, один и тот же элементарный сигнал, порождаемый одной гармоникой, имеет разный вид в разных масштабах (рисунок 1).

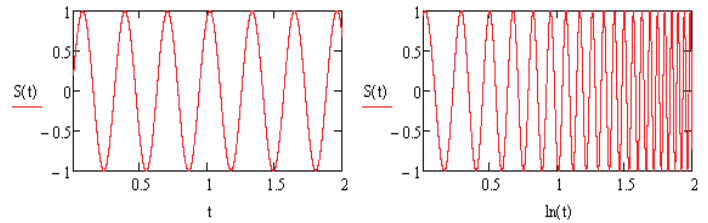


Рис. 1. График функции $\sin \omega t$ в линейном и логарифмическом масштабах

Как видно из графиков, в линейном масштабе функция $\sin \omega t$ имеет характер обычной гармоникой, а в логарифмическом масштабе трансформируется в сигнал с гиперболической частотной модуляцией (ГЧМ-сигнал). Изучение преобразований носителя сигналов показывает, что все они обладают некоторой регулярностью, т.е. симметрией, понимаемой не в узком, геометрическом, а более широком смысле, как описание этой регулярности или инвариантности преобразований. Учет симметрии необходим при построении систем обработки, так как любое техническое устройство может использовать только инвариантные характеристики сигналов. Будем полагать, что общей характеристикой класса сигналов является свойство их инвариантности относительно заданной группы преобразований. Для характеристики этого важного свойства необходимо ввести несколько определений.

Пространство сигналов S называют инвариантным для заданной группы преобразований G , если для любых $S(x)$ и g , таких, что $S(x) \in S$ и $g \in G$, имеем $T(g)S(x) \in S$. Иными словами, все преобразования $T(g)$ обусловленные, например, задержкой или доплеровским эффектом, переводят сигналы $S(x) \in S$ в сигналы из множества S . Сигналы $S(x)$ будут называться инвариантными, если

$$T(g)S(x) = S(g^{-1}x) = \chi(g)S(x)$$

где $x(g)$ – комплексное число;

g^{-1} – обратный оператор.

Приведем примеры инвариантных сигналов. Комплексный гармонический сигнал $e^{j\omega t}$ – инвариантен для группы аддитивных преобразований на всей вещественной прямой. Действительно,

$$S(t + \tau) = e^{j\omega(t + \tau)} = e^{j\omega t} e^{j\omega \tau} = S(t) \chi(g),$$

где $\chi(g) = e^{j\omega \tau}$.

Разложение аддитивного сигнала по множеству инвариантных сигналов реализуется в операции преобразования Фурье [5]. Комплексный сигнал $S(t) = e^{j\Omega \ln t}$ инвариантен относительно мультипликативных преобразований. Действительно, например, при доплеровском преобразовании сигнала имеем

$$S(\alpha \cdot t) = e^{j\Omega \ln \alpha t} = e^{Aj\Omega(\ln \alpha + \ln t)} = \chi(g) S(t),$$

где $\chi(g) = e^{j\Omega \ln \alpha t}$.

Разложение мультипликативного сигнала по множеству инвариантных сигналов реализуется в операции преобразования Меллина [2].

Спектр Фурье инвариантен относительно аддитивных преобразований носителя сигнала и неинвариантен относительно мультипликативных преобразований.

Найдем спектр Фурье от сигнала со сдвигом:

$$F\{S(t - \tau)\} = \int_{-\infty}^{\infty} S(t - \tau) e^{j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} S(t') e^{j\omega(t'+\tau)} dt' = e^{j\omega\tau} \int_{-\infty}^{\infty} S(t') e^{j\omega t'} dt' = e^{j\omega\tau} \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{j\omega t} dt,$$

т.е. $F\{S(t - \tau)\} = \tilde{S}(\omega) e^{j\omega\tau}$. (1)

Физический смысл полученного результата заключается в том, что спектр в результате трансляции сигнала в пространстве остается неизменным с точностью до фазового множителя. Если же перейти к энергетическому спектру Фурье $\tilde{C}(\omega) = |\tilde{S}(\omega)|$, фазовый множитель обращается в единицу и получается полная инвариантность к сдвигу.

Теперь вычислим спектр Фурье от сигнала со сжатием:

$$F\{S(\alpha \cdot t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} S(\alpha \cdot t) e^{j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} S(t') e^{j\omega \frac{t'}{\alpha}} \frac{dt'}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{\infty} S(t') e^{j\frac{\omega}{\alpha} t'} dt' = \frac{1}{\alpha} \tilde{S}\left(\frac{\omega}{\alpha}\right),$$

т.е. $F\{S(\alpha \cdot t)\} = \frac{1}{\alpha} \tilde{S}\left(\frac{\omega}{\alpha}\right)$. (2)

Из анализа выражений (1) и (2) следует, что мультипликативные преобразования, изменяя ширину полосы Фурье аддитивных сигналов, изменяют их устойчивость, аддитивные же преобразования на устойчивости аддитивных сигналов не сказываются. Это подтверждается и результатами машинного моделирования, представленными на рисунке 2.

Аналогично, спектр Меллина инвариантен относительно мультипликативных преобразований и не инвариантен относительно аддитивных.

Найдем преобразование Меллина от сигнала со сжатием:

$$F\{S(\alpha \cdot t)\} = \int_0^{\infty} S(\alpha \cdot t) e^{j\omega \ln t} d_t^{\frac{1}{\alpha}} = \int_0^{\infty} S(t') e^{j\omega (\ln t' - \ln \alpha)} \frac{dt'}{\alpha} = e^{j\omega \ln \alpha} \tilde{S}(\omega),$$

т.е. спектр Меллина инвариантен относительно изменения временного масштаба сигнала с точностью до фазо-

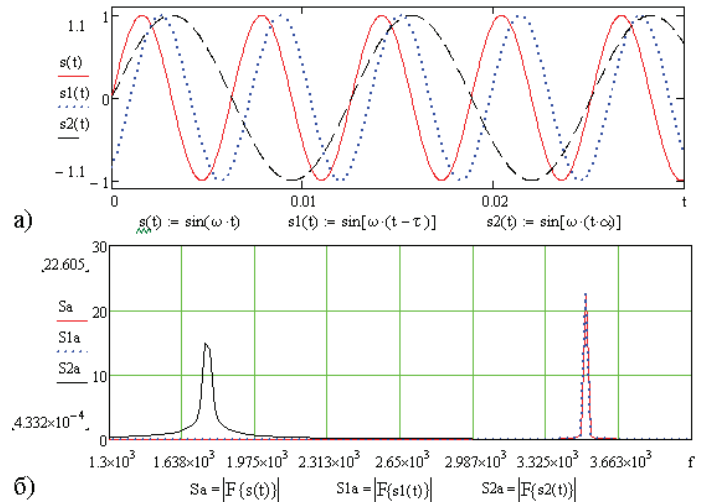


Рис. 2. Графики функций сигналов и их спектральная плотность при $\tau = 20$ и $\alpha = 0,5$

вого множителя. Если перейти к энергетическому спектру Меллина $\tilde{G}(\omega) = |\tilde{S}(\omega)|$ фазовый множитель обращается в единицу, и получим полную инвариантность.

Преобразование сдвига сигнала вправо приводит к расширению спектра Меллина, и при условии $\alpha \gg \text{supp}S(t)$ спектр Меллина определяется:

$$M\{S(t - \tau)\} = \frac{e^{j\omega \ln \tau}}{\tau} \tilde{S}\left(\frac{\omega}{\tau}\right) = e^{j\omega \ln \tau} F\{S(t \cdot \tau)\},$$

$\tau \gg \text{supp} S(t)$.

Из вышеизложенного следует, что устойчивостью к аддитивным и мультипликативным преобразованиям носителя сигнала обладают непрерывные гармоники, естественным образом заданные соответственно относительно аддитивной и мультипликативной мер. Все реальные сигналы ограничены во времени. Строго говоря, конечная длительность импульса не совместима с конечной шириной спектра, однако основная часть энергии сигналов сконцентрирована в определенной полосе частот [3]. Финитные сигналы не являются инвариантными, а могут рассматриваться таковыми с определенной степенью устойчивости к соответствующим преобразованиям. За критерий устойчивости целесообразнее всего выбрать ширину полосы соответствующего спектра: Фурье для аддитивных и Меллина для мультипликативных преобразований. При этом финитные сигналы могут считаться устойчивыми только при незначительных преобразованиях носителя, т.е. для малых сдвигов в соответствующем масштабе (сжатие в логарифмическом масштабе преобразуется в сдвиг). Сигнал может считаться инвариантным к сдвигам, не превышающим 10%

от его длительности для соответствующего масштаба [2].

Особо следует отметить тот факт, что в логарифмическом масштабе сдвиг, соответствующий сжатию для естественного масштаба, изменяется в небольших пределах. Требуемая длительность сигнала в логарифмическом масштабе $T_m = \ln t_k - \ln t_n = \ln t_k / t_n$ (t_k, t_n – моменты времени, соответствующие началу и концу реализации сигнала) для того, чтоб сигнал был устойчив к доплеровскому преобразованию носителя, составляет $T_m = \ln t_k / t_n \geq 1,0$. Таким образом, даже для очень больших скоростей возможно формирование инвариантных мультипликативных сигналов конечной длительности. Из этого в очередной раз следует вывод о том, что мультипликативные сигналы и мультипликативный подход более предпочтительны, чем аддитивные сигналы и аддитивный подход к теории обработки. Поэтому разработка мультипликативных сигналов без описанных ранее недостатков, сводящих на нет все преимущества сигналов с ГЧМ, является актуальной проблемой.

Ввиду неинвариантности спектра Меллина сигнала относительно аддитивных преобразований, его ширина изменяется с появлением задержки начала отсчета, что влечет за собой изменение устойчивости сигнала к мультипликативным преобразованиям носителя. Очевидно сдвиг «черной дыры» ГЧМ-сигнала приводит к изменениям его свойств, приводящим к потере устойчивости. Как известно, устойчивый к мультипликативным преобразованиям сигнал должен в логарифмическом

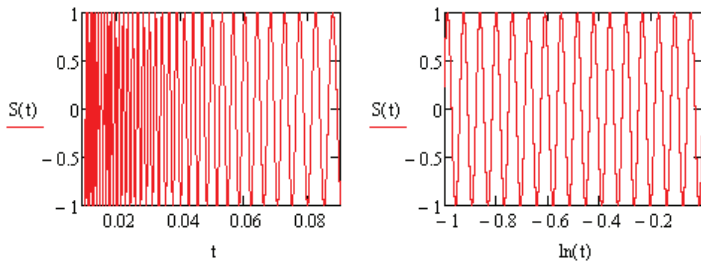


Рис. 3. Графики функции $\sin(\Omega \ln(t - \tau))$ при $\tau = 0; \Omega = 100$

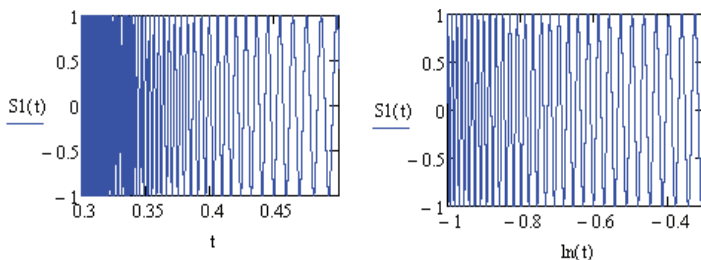


Рис. 4. Графики функции $\sin(\Omega \ln(t - \tau))$ при $\tau = 0,3; \Omega = 100$

масштабе иметь гармонический вид. Рассмотрим различные сигналы в обычном и логарифмическом масштабах, вид которых приведен на рисунках 3 и 4:

Для выявления качественных и количественных характеристик зависимости свойств мультипликативного сигнала от сдвига его начала (сдвига «черной дыры») оценим полосу спектра Меллина сигнала с прямоугольной огибающей длительностью T . Известно, что заполнение сигнала с частотой несущей не несет информации о форме спектра и, следовательно, сигнал может быть представлен в виде

$$S(t) = \text{rect} \left(\frac{t - \frac{T}{2} - \tau}{T} \right) \quad (3)$$

При этом полагаем, что начало отсчета сигнала зафиксировано, а параметр τ изменяется. Вычислим преобразование Меллина сигнала (3):

$$M\{S(t)\} = \int_0^{\infty} \text{rect} \left(\frac{t - \frac{T}{2} - \tau}{T} \right) \cdot e^{j\Omega \ln t} d \ln t = \int_{\tau}^{T+\tau} e^{j\Omega \ln t} \frac{dt}{t}$$

Произведем замену переменных $\ln t = z$, тогда:

$$M\{S(t - \tau)\} = \int_{\tau}^{T+\tau} e^{j\Omega z} dz = \frac{1}{j\Omega} [e^{j\Omega \ln(T+\tau)} - e^{j\Omega \ln \tau}]$$

Далее определим энергетический спектр Меллина:

$$|M\{S(t - \tau)\}|^2 = \frac{2}{\Omega^2} [1 - \cos(\Omega \ln(\frac{T+\tau}{\tau}))] = \frac{4}{\Omega^2} \sin^2(\frac{\Omega}{2} \ln(\frac{T+\tau}{\tau}))$$

Так как основная часть энергетического спектра заключена между точками $\frac{\Omega}{2} \ln(\frac{T+\tau}{\tau}) = \pm\pi$, следовательно, полоса Меллина определяется:

$$\Delta\Omega = \frac{4\pi}{\ln(\frac{T+\tau}{\tau})} \quad (4)$$

Таким образом, элемент разрешения по доплеровскому параметру

$$\Delta(\ln \alpha) = \frac{2\pi}{\Delta\Omega} = \frac{1}{2} \ln(\frac{T+\tau}{\tau}) \quad (5)$$

Анализ выражений (4) и (5) позволяет объяснить зависимость инвариантных свойств мультипликативных сигналов от сдвига их начала относительно начала отсчета. Разрешающая способность по доплеровскому па-

раметру и ширина полосы спектра Меллина с ростом сдвига τ увеличиваются. При условии, что τ совпадает с длительностью реализации (при аддитивном подходе) полученный результат хорошо согласуется с известным – разрешающая способность по скорости увеличивается с ростом длительности сигнала. Для несмещенного мультипликативного сигнала ($\tau = 0$), $\Delta(\ln\alpha) = \infty$, т.е. сигнал не обладает разрешением по доплеровскому параметру и является инвариантным к доплеровскому преобразованию носителя. При сдвиге начала мультипликативного сигнала относительно начала его отсчета ($\tau > 0$) элемент разрешения становится конечной величиной и уменьшается с ростом сдвига τ , следовательно, возрастает разрешающая способность по доплеровскому параметру. Таким образом, предлагаемый мультипликативный подход позволяет оценить свойства мультипликативных сигналов и связать их с параметрами этих сигналов.

Известно, что полная энергия аддитивного сигнала описывается выражением

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} S^2(t) dt.$$

При этом мерой схожести аддитивных сигналов является их скалярное произведение вида:

$$\int_{-\infty}^{\infty} S_1(t) \cdot S_2(t) dt.$$

Мерой схожести мультипликативных сигналов является их скалярное произведение вида:

$$\int_0^{\infty} \psi_1(t) \cdot \psi_2(t) \frac{dt}{t}.$$

Как следствие, энергия сигнала задается следующим образом:

$$E_M = \int_0^{\infty} \psi^2(t) \frac{dt}{t}.$$

Если мультипликативный сигнал представить в виде $\frac{\psi(t)}{\sqrt{t}}$, то энергия записывается обычным образом:

$$E_M = \int_0^{\infty} \left(\frac{\psi(t)}{\sqrt{t}}\right)^2 dt.$$

Это все позволяет ввести понятие эквивалентности мультипликативных и аддитивных сигналов. Аддитивный сигнал задается в пространстве L_2 и определяется условием [4]:

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} S^2(t) dt < \infty.$$

Соответствующее условие для мультипликативного сигнала запишется:

$$E_M = \int_0^{\infty} \psi^2(t) \frac{dt}{t} < \infty.$$

При замене переменных $U = \exp t$ нетрудно убедиться, что

$$\int_0^{\infty} \sin^2 \Omega t dt = \int_1^{\exp T} \frac{\sin^2(\Omega \ln U)}{U} dU.$$

Приведенные выше выкладки позволяют сделать вывод, что в аддитивном масштабе времени сигнал $S(t)$ эквивалентен (изоморфен) мультипликативному сигналу $\frac{S(\ln t)}{\sqrt{t}}$, т. е. условие эквивалентности имеет следующий вид (6):

$$S_M(t) \leftrightarrow \frac{S(\ln t)}{\sqrt{t}}. \quad (6)$$

Важно подчеркнуть еще одно важное достоинство: мультипликативные сигналы существуют двух классов, заданных соответственно на лучах $l_+(t)$ и $l_-(t)$. В силу тождества $l(t) = l_-(t) - l_+(t)$ любой временной сигнал может быть представлен на оси $-\infty < t < +\infty$ в виде суммы двух гиперболических (мультипликативных) сигналов из разных классов.

На основании вышеизложенного материала можно построить математическую модель мультипликативных сигналов:

для положительной оси времени

$$S_{+M}(t - \tau) = l_+(t - \tau) \operatorname{rect}\left(\frac{\ln(t - \tau)}{T_M}\right) \cdot \frac{\cos(\Omega \ln(t - \tau))}{\sqrt{t - \tau}};$$

для отрицательной оси времени

$$S_{-M}(t + \tau) = l_-(t + \tau) \operatorname{rect}\left(\frac{\ln|t + \tau|}{T_M}\right) \cdot \frac{\cos(\Omega \ln|t + \tau|)}{\sqrt{|t + \tau|}}.$$

Для всей вещественной оси времени

$$S_M(t) = S_{-M}(t + \tau) - S_{+M}(t - \tau). \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет сформировать различные варианты мультипликативных сигналов. При $\tau = 0$ сигнал является инвариантным к доплеровскому преобразованию носителя, если же $\tau \neq 0$, сигнал способен различать цели по доплеровскому параметру. Ниже представим несколько примеров различных мультипликативных сигналов.

Таким образом, в работе обоснована связь между разрешением по доплеровскому параметру и сдвигом начала мультипликативного сигнала относительно начала его отсчета. Предлагаемый подход позволяет конструировать, в том числе и различные множества в пространстве ортогональных сигналов. Данные сигналы

обеспечивают снижение взаимных перекрестных помех в системах телекоммуникаций, тем самым снижают общий уровень помех и требования к пороговым схемам приемных трактов телекоммуникационных систем различных назначений.

Представленная математическая модель мультипликативных сигналов позволяет генерировать и сигналы, обладающие повышенной структурной скрытностью (четвертый график на рисунке 5).

На основании этой модели возможно построение гибкого алгоритма и программного обеспечения для цифрового устройства формирования сигналов, которые применены в системах передачи и приема информации и оценки параметров [5, 6].

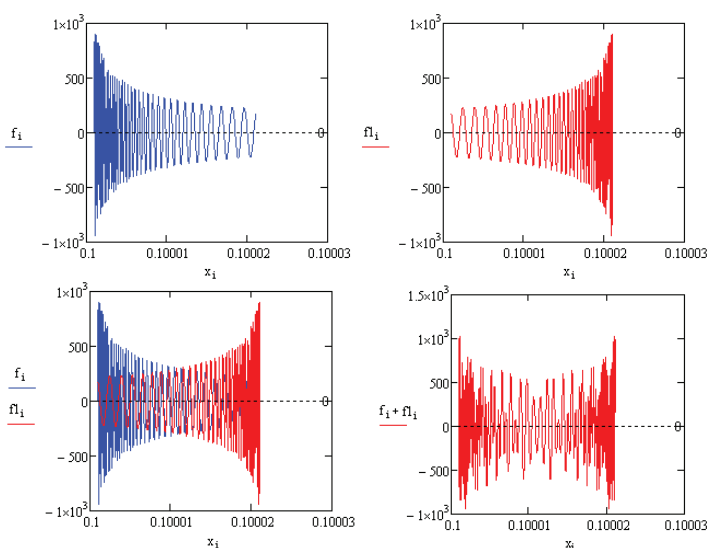


Рис. 5. Графическое представление в аддитивном масштабе времени мультипликативных сигналов двух классов и их инверсных пар

Литература

1. Френкс Л. Теория сигналов. М.: Сов. радио, 1974.- 344 с.
2. Сапрыкин В.А., Рокотов С.П. Теория гидроакустики и цифровая обработка сигналов, в 2-х частях - Л.: ВВМУРЭ, 1991-416 с.
3. Вакман Д.Е. Сложные сигналы и принцип неопределенности в радиолокации. М.: Советское радио, 1965.-303 с.
4. Хэлстром К. Статистическая теория обнаружения сигналов. М.: Иностранная литература, 1963.-432 с.
5. Свидетельство на полезную модель 14677, Россия. Устройство цифрового формирования отклика приемной антенны / Павликов С.Н., Убанкин Е.И., Богданов В.С., Коленченко И.А. – Бюл. изобр. 2000, №22.
6. Свидетельство на полезную модель 16576, Россия. Устройство передачи и приема информации / Павликов С.Н., Убанкин Е.И., Богданов В.С., Коленченко И.А. – Бюл. изобр. 2001, №1.

MATHEMATICAL MODEL OF MULTIPLICATE SIGNALS

Pavlikov S., Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoy, psn1953@mail.ru

Ubankin E., Maritime State University named after Admiral G.I. Nevelskoy, uei@inbox.ru

Kotov G., The Far Eastern State Technical Fisheries University, oi_festu@mail.ru

Keywords: method, existential processing, Fourier's transformation, frequency modulation, broadband signals, multiplicate processing

Abstract

Estimation of stability of work of signals in the conditions of multiplicate of transformation from change of the beginning of a signal concerning the beginning.

Width of a strip of a spectrum of Fourier or Mellinoy for various transformations are a criterion. Thus signals of finity was stabiliz only in non-significant from change of the beginning of a signal concerning the beginning.

Qualitative and quantitative features of dependence of properties of a signal of multiplicate from change the beginning of a signal (change of «a black hole») was open.

Communication between the permission to doplerovsky to parameter and change of the beginning of a signal of multiplicate are well-founded. Flexible algorithms and the software for the digital device of formation of signals was well-founded by model. Model allow to generate various sets of orthogonal signals. Signals allowed to reduce mutual hindrances in systems of telecommunications.

Area: mobile telecommunication systems in the conditions of infringement of kogerentnost of the answer of a radio channel. Conclusions: the mathematical model of multiplicate of signals allowing to form various sets orthogonal signals depending on telecommunication problems, including a problem of small visibility of signals.

References

1. Frenks L. Teoriya of signals. M.: Owls. radio, 1974. – 344p.
2. Saprikin B.A., Rokotov S.P. The theory of hydroacoustics and digital processing of signals. - Part 2. - Leningrad: VMIRE, 1991. – 416p.
3. Vakman D.E. Difficult's signals and principle of uncertainty of radar-locations. M.: Soviet radio, 1965. – 303p.
4. Helstrom K. Statistical theory of detection of signals. M.: Foreign literature, 1963. - 432 p.
5. The certificate on useful model 14677, Russia. The device of digital formation of the response of the reception aerial / Pavlikov S.N., Ubankin E.I., Bogdanov V.S., Kolenchenko I.A. - №22, 2000.
6. The certificate on useful model 16576, Russia. The Device of transfer and reception of the information/ Pavlikov S.N., Ubankin E.I., Bogdanov V.S., Kolenchenko I.A. - №1, 2001.

МЕТОД ИМИТАЦИИ СЕТЕВОГО ТРАФИКА

Будко П.А., д.т.н., профессор,
Военная академия связи,
budko62@mail.ru

Будко Н.П.,
Северо-Кавказский
Федеральный университет,
budko27@mail.ru

Литвинов А.И.,
Военная академия связи,
litvinovaleks@mail.ru

Николаев В.А.,
Военная академия связи,
nikolaev.vitaliy.84@mail.ru

Ключевые слова:

генератор шума, сетевой трафик,
телекоммуникационные сети,
проектирование сети, временные
диаграммы.

АННОТАЦИЯ

Предложен метод имитации сетевого трафика, позволяющий моделировать основные виды сетевого трафика различных классов современных телекоммуникационных сетей на необходимых скоростях передачи. Метод заключается в том, что на первом этапе формируют фронт импульса. При этом генерируют случайный сигнал (шум) с заданным законом распределения; формируют тактовые импульсы; потактово измеряют и запоминают мгновенные значения напряжения шума, на основании которого устанавливают пороговый уровень; потактово линейно изменяют напряжение от нуля до предварительно заданной амплитуды; сравнивают полученные пороговые уровни напряжения с линейно изменяющимся напряжением и при превышении порогового уровня фиксируют момент времени, по которому формируют фронт импульса. На втором этапе формируют спад импульса. При этом фиксируют его по тактовым импульсам, либо задерживают относительно фронта импульса на некоторую величину, либо также генерируют случайный сигнал (шум) с заданным законом распределения; формируют тактовые импульсы; потактово измеряют и запоминают мгновенные значения напряжения шума, на основании которых устанавливают пороговый уровень; потактово линейно изменяют напряжение от нуля до предварительно заданной амплитуды; сравнивают полученные уровни напряжения с линейно изменяющимся напряжением и при превышении порогового уровня фиксируют момент времени, по которому формируют спад импульса. При этом в ходе формирования фронтов и спадов импульсной последовательности имитируемого сетевого трафика генерируют случайные сигналы с различными законами распределения, изменяют скорость генерации трафика управляя частотой следования тактовых импульсов и задерживают наряду с фронтом импульса тактовые импульсы и спад импульса на некоторую величину. При этом и фронт и спад импульсов формируют путем попарного сочетания между собой: случайного времени начала импульса; времени тактового импульса; случайного времени спада импульса; задержанного на случайную величину случайного времени начала импульса; задержанного на случайную величину времени тактового импульса; задержанного на случайную величину времени окончания импульса. Использование предложенного метода позволит еще на этапе проектирования, испытаний, обучения, настройки и ввода в эксплуатацию современных распределенных телекоммуникационных систем и сетей без привлечения пользователей определить возможные перегрузки сети и ее элементов в различных условиях сетевого трафика, преднамеренного воздействия или деградации сети.

Введение

В настоящее время развитие телекоммуникационных систем и сетей специального назначения направлено на внедрение высокоскоростных технологий и новых услуг на основе передачи флюктуирующего трафика. Главной особенностью таких сетей является освоение новых масштабов времени, что требует решения многих задач, связанных с созданием принципиально новой измерительной и испытательной техники и пересмотра основных положений теории телетрафика.

Современные телекоммуникационные системы и сети обладают рядом особенностей, которые необходимо учитывать при их планировании, проектировании и строительстве. Это, прежде всего [1]: географическая рассредоточенность ресурсов, источников и получателей информации; пульсирующий характер трафика; разнородность оборудования и используемых сетевых технологий. Первая говорит о том, что управление не может быть строго централизованным из-за возникающих задержек. Вторая – пульсирующий характер трафика создает возможность использования эффекта сглаживания за счет промежуточного накопления (метода коммутации пакетов). Третья – необходимость согласования параметров элементов сети в рамках эталонной модели взаимодействия открытых систем.

Исходя из этого, необходим поиск эффективных механизмов, направленных на проведение предварительных процедур проектирования, имитационного и физического моделирования, настройки, обучения и испытания распределенных телекоммуникационных систем и сетей.

Предложен метод имитации сетевого трафика и устройство, его реализующее, позволяющие моделировать основные виды сетевого трафика (данные, речь, видео) для различных классов современных телекоммуникационных сетей (локальные, региональные, глобальные), основанных на синхронных, асинхронных, плезиохронных технологиях на необходимых скоростях передачи. Данный метод и устройство позволит еще на этапе ввода в эксплуатацию современных распределенных телекоммуникационных систем и сетей без привлечения пользователей (абонентов) определить возможные перегрузки (блокировки) сети и ее элементов (сегментов) в различных условиях сетевого трафика, преднамеренного воздействия или деградации сети.

Постановка задачи

Известен метод генерирования случайных сигналов, описанный в работе [2], в котором фронт и спад импульсов генерируемой последовательности формируются с временной декорреляцией интервалов времени между выходными импульсами. Также известен метод формирования самоподобных импульсных последовательностей, изложенный в работе [3], основанный на преобразовании спектральной плотности шума, при котором напряжение шума интегрируют и при достижении напряжением на выходе интегратора фиксированного порогового уровня интегратор обнуляют, а импульсы, соответствующие моментам времени обнуления интегратора, регистрируют и расширяют до требуемой длительности. Прототипом по технической сущности к предложенному методу, является генератор искусственного само-

подобного трафика, описанный в работе [1]. Он основан на том, что на первом этапе формируют фронт импульса. При этом генерируют случайный сигнал (шум) с заданным законом распределения; формируют тактовые импульсы; потактово запоминают мгновенные значения напряжения шума, на основании которого устанавливают пороговый уровень напряжения; потактово линейно изменяют напряжение от нуля до определенной амплитуды, сравнивают пороговый уровень с линейно изменяющимся напряжением и при превышении порогового уровня фиксируют момент времени, по которому формируют фронт импульса. На втором этапе формируют спад импульса. При этом фиксируют его по тактовым импульсам, либо задерживают относительно фронта импульса, либо также генерируют случайный сигнал (шум) с заданным законом распределения, формируют тактовые импульсы, потактово запоминают мгновенные значения напряжения шума, на основании которого устанавливают пороговый уровень напряжения, потактово линейно изменяют напряжение от нуля до определенной амплитуды, сравнивают пороговый уровень с линейно изменяющимся напряжением и при превышении порогового уровня фиксируют момент времени, по которому формируют спад импульса.

Недостатками данных подходов является малый диапазон генерируемых последовательностей, сильно зависящих от исходного сигнала, поскольку получаемые в результате преобразования импульсы имеют плотность вероятностей исходного сигнала в виде случайных по амплитуде периодических импульсов, а сам метод не предполагает раздельного регулирования времени корреляции, следовательно, и спектральной плотности.

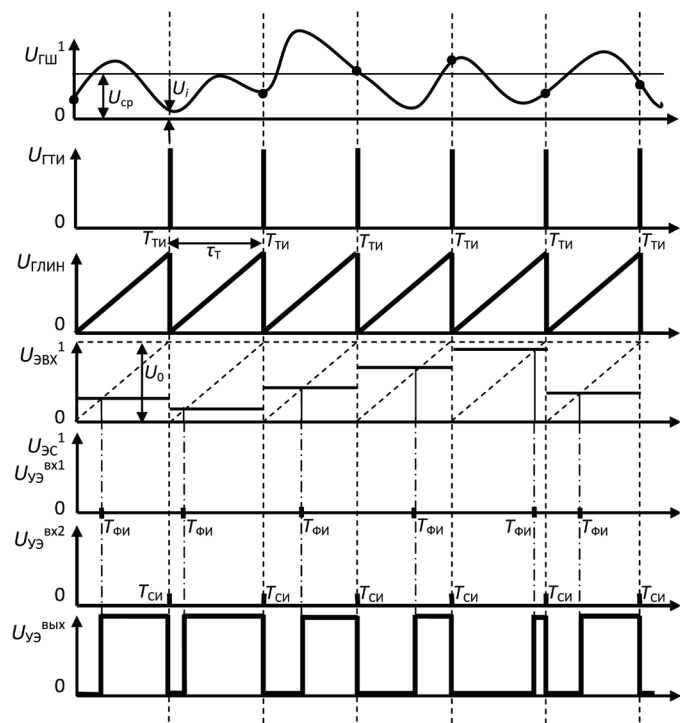


Рис. 1. Временные диаграммы процесса формирования фронта и спада импульсов сетевого трафика с помощью первого генератора шума (ГШ1) и генератора тактовых импульсов (ГТИ)

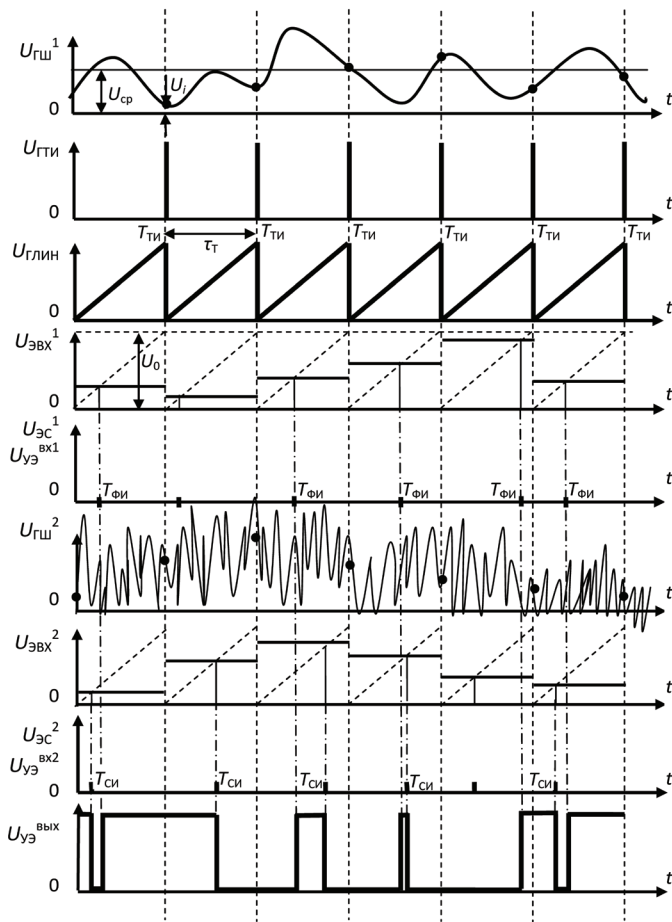


Рис. 2. Временные диаграммы процесса формирования фронта и спада импульсов сетевого трафика с помощью первого (ГШ1) и второго (ГШ2) генераторов шума

Известен генератор шума [2], содержащий генератор шума, генератор тактовых импульсов, квантователь, интерполятор, временной коммутатор и переключатель. Также известен генератор случайных сигналов [4], содержащий генератор шума, элемент выборки и хранения, элемент сравнения, перестраиваемый генератор тактовых импульсов, генератор линейно-изменяющегося напряжения, управляющий элемент и перестраиваемую линию задержки. Прототипом по технической сущности к предложенному устройству является генератор искусственного трафика [5].

Недостатками данных генераторов является малый диапазон генерируемых последовательностей, зависящих от исходного сигнала, поскольку получаемые в результате преобразования импульсы имеют плотность вероятностей исходного сигнала в виде случайных по амплитуде периодических импульсов. Данный класс генерируемых случайных импульсных последовательностей не позволяет имитировать различные виды трафика современных телекоммуникационных систем.

Таким образом, целью статьи является разработка метода имитации сетевого трафика, используемого при проведении испытаний, обучения и настройки современных телекоммуникационных систем на этапах их проектирования, имитационного и физического моделирования, а также ввода в эксплуатацию без привлечения пользователей (абонентов) сетей.

Метод имитации сетевого трафика

Предложенный метод имитации сетевого трафика объясняется с помощью рисунков 1 – 5.

Генерирование имитационного сетевого трафика, состоящего из импульсных последовательностей различной длительности, имитирующих битовый поток (пакетов, ячеек, кадров, сообщений и пр.) различных сетевых протоколов, осуществляется потактово с формированием фронта и спада импульсов.

На первом этапе формируют фронт импульса, при этом генерируют случайный сигнал (шум) с заданным законом распределения и средним значением амплитуды $U_{ср}$ (диагр. 1 рис. 1), формируют тактовые импульсы в моменты времени $T_{ТИ}$ с частотой следования τ_T (диагр. 2 рис. 1). Далее потактово измеряют и запоминают мгновенные значения напряжения шума U_i (диагр. 1 рис. 1), на основании которого устанавливают пороговый уровень. Потактово линейно изменяют напряжение от нуля до предварительно заданной амплитуды U_0 (диагр. 3 и 4 рис. 1) и сравнивают полученные пороговые уровни напряжения U_i с линейно изменяющимся напряжением $U_{ГЛИН}$ (диагр. 4 рис. 1). При превышении порогового уровня $U_i > U_{ГЛИН}$ фиксируют момент времени $T_{ФИ}$ (диагр. 4 и 5 рис. 1), по которому формируют фронт импульса (диагр. 5 рис. 1).

На втором этапе формируют спад импульса, при этом фиксируют его по тактовым импульсам $T_{ТИ}$ (диагр. 6 рис. 1), либо задерживают относительно фронта импульса ТФИ на некоторую величину τ_3 (на диагр. 7 рис. 3 показана задержка фронта импульса – $\tau_{ФИ}$, а при задержках тактового импульса или спада импульса обозначим их как $\tau_{ТИ}$ и $\tau_{СИ}$), либо также генерируют случайный сигнал (шум) с заданным законом распределения (диагр. 6 рис. 2), в общем виде совпадающим или отличным от закона распределения, используемого при формировании фронта, потактово измеряют и запоминают мгновенные значения напряжения шума (на диагр. 6 рис. 2 показаны точками), на основании которых устанавливают пороговый уровень (диагр. 7 рис. 2), потактово линейно изменяют напряжение от нуля до предварительно заданной амплитуды U_0 (диагр. 7 рис. 2), сравнивают полученные уровни напряжения с линейно изменяющимся напряжением и при превышении порогового уровня фиксируют момент времени $T_{СИ}$ (диагр. 7 и 8 рис. 2), по которому формируют спад импульса (диагр. 8 рис. 2).

При этом в ходе формирования фронтов и спадов импульсной последовательности имитируемого сетевого трафика генерируют случайные сигналы с различными законами распределения (рис. 2), изменяют скорость генерации трафика управляя частотой следования тактовых импульсов $F_{ТИ}$ и задерживают наряду с фронтом импульса $\tau_{ФИ}$ (рис. 3) тактовые импульсы на величину $\tau_{ТИ}$ и спад импульса на величину $\tau_{СИ}$, причем данные величины могут совпадать $\tau_{ФИ} = \tau_{ТИ} = \tau_{СИ}$, так и различаться $\tau_{ФИ} \neq \tau_{ТИ} \neq \tau_{СИ}$. Причем фронт и спад импульсов формируют путем попарного сочетания между собой (рис. 4): случайного времени начала (фронта) импульса ($T_{ФИ}$), времени тактового импульса ($T_{ТИ}$), случайного времени окончания (спада) импульса ($T_{СИ}$), задержанного на случайную величину случайного времени начала импульса ($T_{ФИ} + \tau_{ФИ}$), задержанного на случайную величину времени окончания импульса ($T_{СИ} + \tau_{СИ}$).

Таблица 1 - Таблица истинности с командами управления электронных ключей при формировании сетевого трафика

Номер диаграммы (Рис. 4)	Элементы, влияющие на формирование		Команды управления электронных ключей		Примечание
	Фронта импульса	Спада импульса	Эл. ключ 1 Упр. вх. «Фронт»	Эл. ключ 2 Упр. вх. «Спад»	
			001	001	Запрещенная комбинация
1	ГШ1	ГТИ	001	010	
2	ГШ1	ГШ2	001	011	
3	ГШ1	ЛЗ1	001	100	
4	ГШ1	ЛЗ2	001	101	
5	ГШ1	ЛЗ3	001	110	
6	ГТИ	ГШ1	010	001	
			010	010	Запрещенная комбинация
7	ГТИ	ГШ2	010	011	
8	ГТИ	ЛЗ1	010	100	
9	ГТИ	ЛЗ2	010	101	
10	ГТИ	ЛЗ3	010	110	
11	ГШ2	ГШ1	011	001	
12	ГШ2	ГТИ	011	010	
			011	011	Запрещенная комбинация
13	ГШ2	ЛЗ1	011	100	
14	ГШ2	ЛЗ2	011	101	
15	ГШ2	ЛЗ3	011	110	
16	ЛЗ1	ГШ1	100	001	
17	ЛЗ1	ГТИ	100	010	
18	ЛЗ1	ГШ2	100	011	
			100	100	Запрещенная комбинация
19	ЛЗ1	ЛЗ2	100	101	
20	ЛЗ1	ЛЗ3	100	110	
21	ЛЗ2	ГШ1	101	001	
22	ЛЗ2	ГТИ	101	010	
23	ЛЗ2	ГШ2	101	011	
24	ЛЗ2	ЛЗ1	101	100	
			101	101	Запрещенная комбинация
25	ЛЗ2	ЛЗ3	101	110	
26	ЛЗ3	ГШ1	110	001	
27	ЛЗ3	ГТИ	110	010	
28	ЛЗ2	ГШ2	110	011	
29	ЛЗ3	ЛЗ1	110	100	
30	ЛЗ3	ЛЗ2	110	101	
			110	110	Запрещенная комбинация

* Кодовые комбинации «000» и «111» используются для команд «вкл.» и «выкл.»

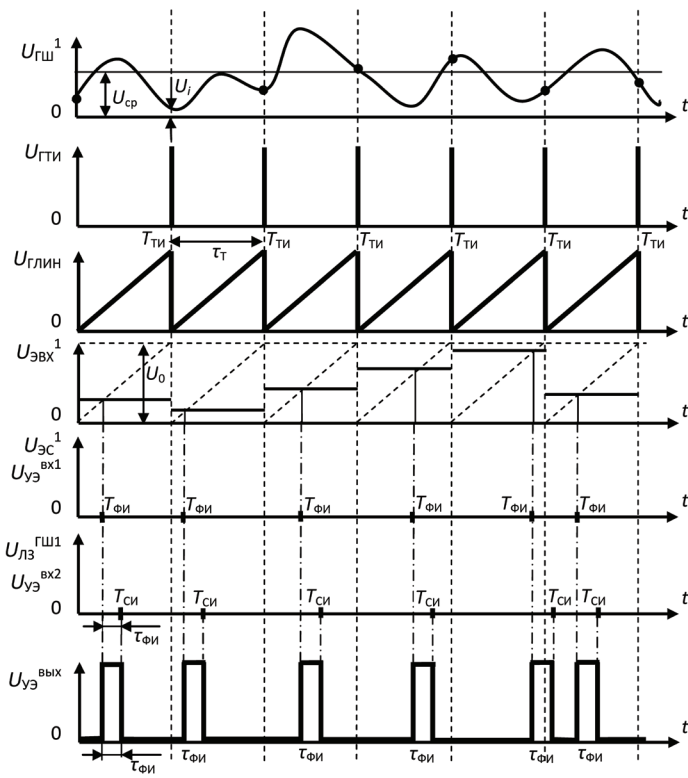


Рис. 3. Временные диаграммы процесса формирования фронта и спада импульсов сетевого трафика с помощью первого генератора шума ГШ1 и первой регулируемой линии задержки ЛЗ1

На диагр. 1–30 рис. 4 представлено конечное число вариантов сформированных импульсных последовательностей сетевого трафика полученных при фиксированных значениях законов распределения для первого и второго генераторов шума устройства (рис. 5) ($U_{ГШ1}$ и $U_{ГШ2}$ на диагр. 1 и 6 рис. 2), заданной скорости трафика (частоте следования тактовых импульсов $F_{ТИ}$) и одинаковой настройке первой, второй и третьей регулируемых линий задержки (рис. 5) $\tau_{ФИ} = \tau_{ТИ} = \tau_{СИ}$. При использовании же различных законов распределения для управления первым и вторым генераторами шума (например, равномерного, экспоненциального, Парето, Вейбулла и др.), при изменении скорости генерируемой последовательностей, задаваемой частотой следования тактовых импульсов для управления генератором тактовых импульсов (рис. 5), характерных для локальных, региональных, глобальных сетей, построенных на основе радиоканалов, волоконно-оптических или космических каналов связи, а также при изменении настроек первой, второй и третьей линий задержки $\tau_{ФИ} \neq \tau_{ТИ} \neq \tau_{СИ}$ количество вариантов формирования импульсных последовательностей значительно возрастает и стремится к бесконечности.

Устройство имитации сетевого трафика

Функциональная схема предложенного устройства имитации сетевого трафика представлена на рис. 5. В нем технический результат достигается тем, что в прототип [5-8], содержащий первый (ГШ1) и второй (ГШ2) генераторы шума, первый 3 и второй 4 элементы выборки и хранения (ЭВХ),

первый и второй элементы сравнения (ЭС), перестраиваемый генератор тактовых импульсов (ГТИ), генератор линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН), первую регулируемую линию задержки (ЛЗ1) и управляющий элемент (УЭ), выход которого является выходом устройства, выходы ГШ1 и ГШ2 подключены к первым входам соответственно первого и второго ЭВХ, выходы которых подключены к первым входам соответственно первого и второго ЭС, к вторым входам которых подключен выход ГЛИН, вход которого объединен с выходом перестраиваемого ГТИ и вторыми входами первого и второго ЭВХ, дополнительно введены вторая (ЛЗ2) и третья (ЛЗ3) регулируемые линии задержки, а также первый и второй электронные ключи (ЭК). Причем, выход первого ЭС подключен к первым входам ЭК и к информационному входу ЛЗ1, выход которой подключен к четвертым входам ЭК, выход перестраиваемого ГТИ подключен к вторым входам ЭК и к информационному входу ЛЗ2, выход которой подключен к пятым входам ЭК, выход второго ЭС подключен к третьим входам ЭК и к информационному входу ЛЗ3, выход которой подключен к шестым входам ЭК, управляющие входы первого и второго ЭК являются соответственно управляющими входами «Фронт» и «Спад» устройства, управляющие входы ЛЗ1, ЛЗ2 и ЛЗ3 соответственно являются управляющими входами «Задержка 1», «Задержка 2» и «Задержка 3» устройства, управляющие входы ГШ1 и ГШ2 объединены и являются управляющим входом «Закон распределения» устройства, входы включения ГШ1 и ГШ2, ГТИ и ГЛИН объединены и являются управляющим входом «включение» устройства, управляющий вход ГТИ является управляющим входом «Скорость» устройства, выходы соответственно первого и второго ЭК подключены к первому и второму входам УЭ.

Благодаря перечисленной новой совокупности существенных признаков устройства имитации сетевого трафика обеспечивается имитация основных видов сетевого трафика (данные, речь, видео) для различных классов сетей (синхронных, асинхронных, плезиохронных) на необходимых скоростях передачи. Это позволит еще на этапе проектирования, испытаний и ввода в эксплуатацию современных распределенных телекоммуникационных систем и сетей без привлечения пользователей (абонентов) определить возможные перегрузки (блокировки) сети и ее элементов (сегментов) в различных условиях сетевого трафика, преднамеренного воздействия или деградации сети.

Принцип работы устройства имитации сетевого трафика

Принцип работы устройства соответствует описанному выше методу и поясняется на рис. 1-5 и табл. 1. Случайный сигнал, с заданным законом распределения (рис. 1) с выхода ГШ1 (рис. 5) поступает на первый вход первого ЭВХ, который содержит смеситель и экстраполирует нулевого порядка. Тактовые импульсы $U_{ГТИ}$ (рис. 1), получаемые в ГТИ, поступают на управляющий вход первого ЭВХ, где потактово «вырезаются» мгновенные значения U_i из случайного сигнала, которые затем экстраполируются $U_{ЭВХ1}$ и поступают на первый вход первого ЭС (компаратор), на второй вход которого подаются пилообразные импульсы с выхода ГЛИН. Как только линейно изменяющееся напряжение пре-

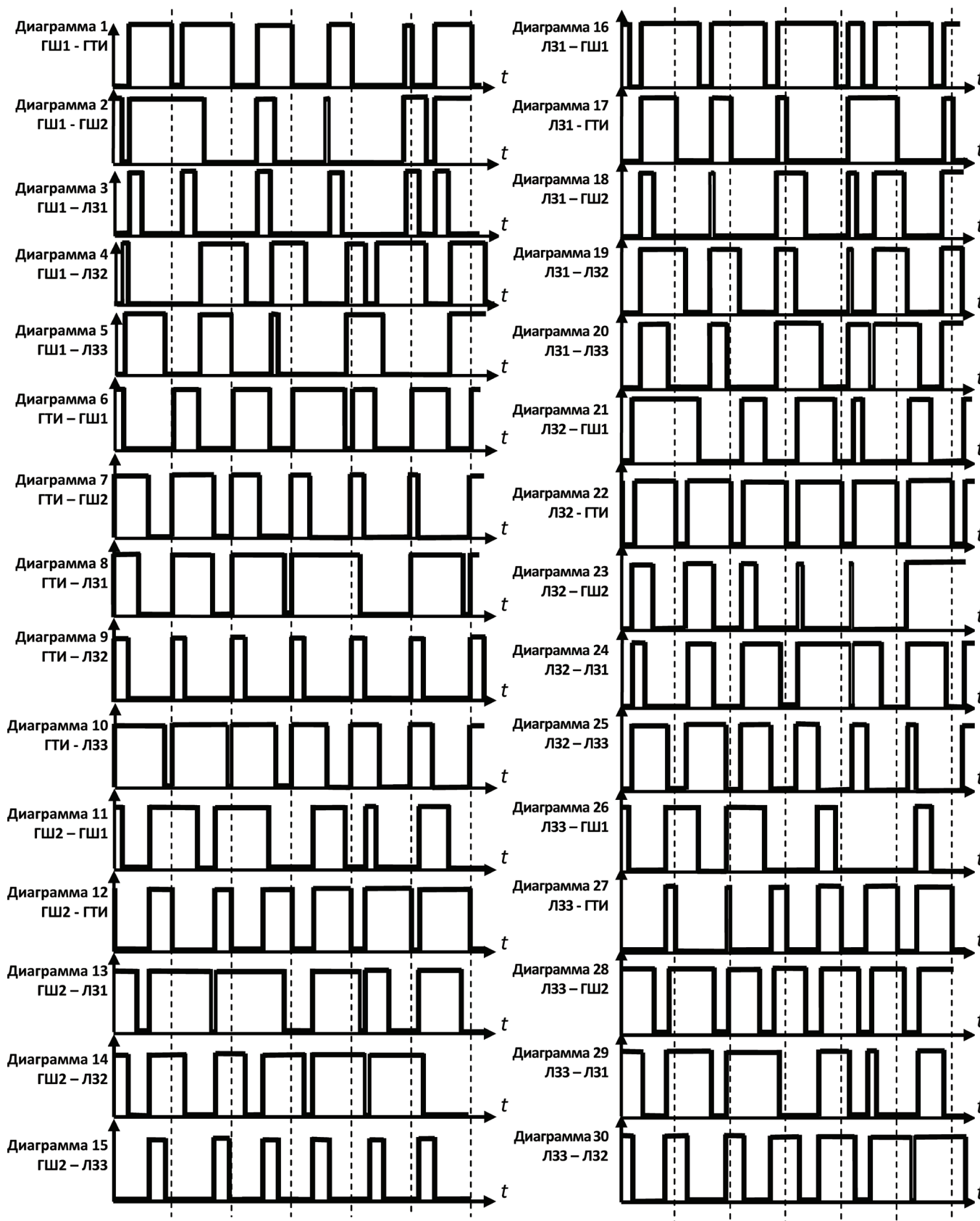


Рис. 4. Варианты сформированных импульсных последовательностей сетевого трафика при фиксированных значениях законов распределения для первого и второго генераторов шума, заданной скорости трафика (частоте следования тактовых импульсов) и одинаковой настройке первой, второй и третьей регулируемых линий задержки

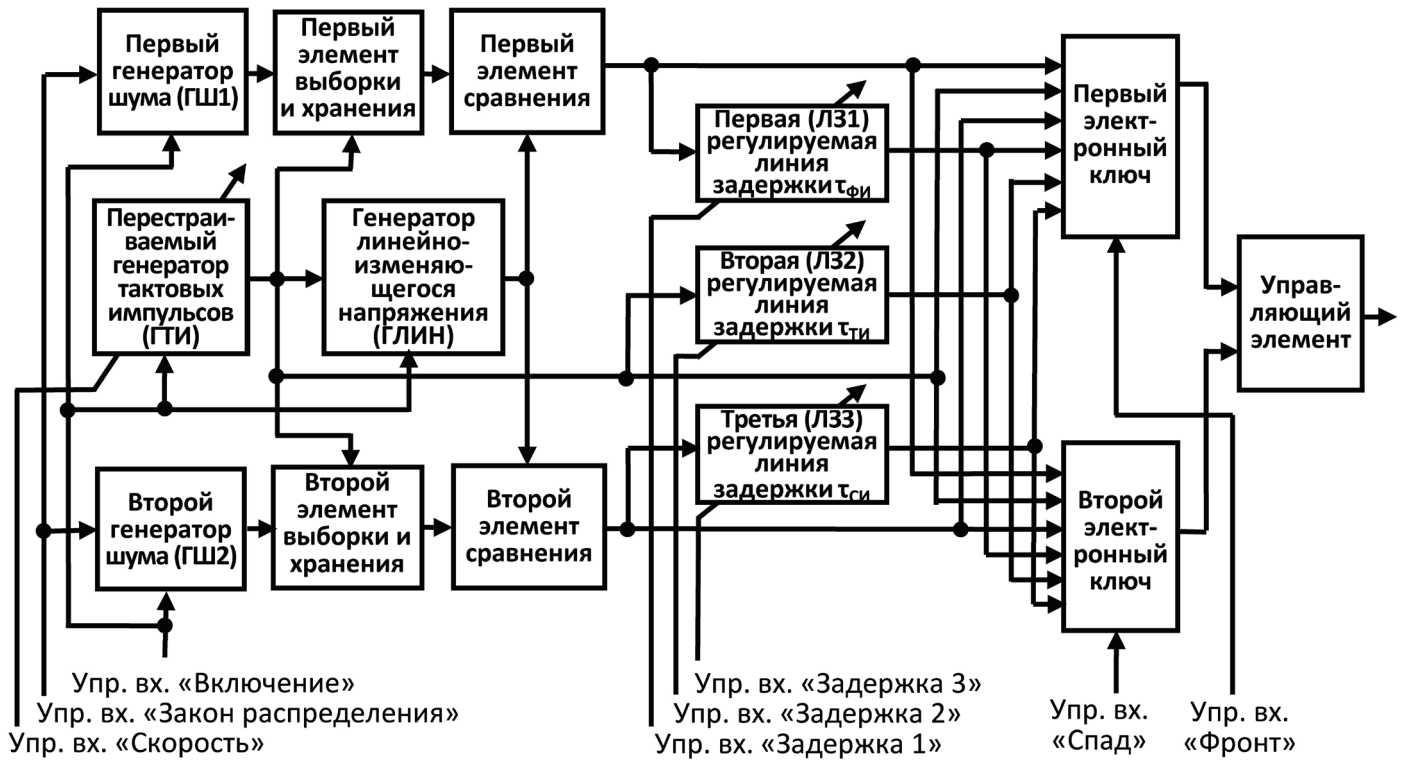


Рис. 5. Функциональная схема устройства имитации сетевого трафика

высит уровень компарации (экстраполированное напряжение), на выходе первого ЭС выделяется импульс, который поступая на первый вход первого ЭК при разрешающей команде управления в двоичном коде на его входе «001» (см. табл. 1) передним фронтом переведет УЭ (RS-триггер) во второе устойчивое состояние, при этом на его выходе появится высокий потенциал $U_{y3}^{вых}$. Этим самым будет зафиксирован передний фронт импульса, момент появления которого случаен и определяется законом распределения исходного процесса U_i , которые легко пересчитываются во временные интервалы, отсчитываемые от начала координат. Положение i -го импульса, где $i=1,2,\dots,\infty$, на временной оси можно определить по следующей формуле:

$$\tau_i = \frac{\tau_T}{U_0} \left(\sum_{i=1}^n U_i - i U_{cp} \right)$$

Следующий тактовый импульс, поступающий с выхода ГТИ через второй ЭК, открытый по управляющему сигналу в двоичном коде «010» (см. табл. 1) для его управляющего входа ($U_{y3}^{вх2}$ на рис. 1), поступает на вход установки в нуль УЭ, который возвращает его в первое (нулевое) устойчивое состояние, при этом на его выходе появится низкий потенциал ($U_{y3}^{вых}$ на рис. 1). Тем самым будет зафиксирован задний фронт (спад) импульса, момент появления которого фиксирован по положению тактового импульса. Таким образом, при генерации импульсной последовательности, представленной на диаграмме $U_{y3}^{вых}$ рис. 1 в качестве основных элементов, отвечающих за формирование фронта и спада

импульсов использованы соответственно ГШ1 и ГТИ. Варианты сформированных импульсных последовательностей сетевого трафика при фиксированных значениях законов распределения для ГШ1 и ГШ2, заданной скорости трафика (частоте следования тактовых импульсов) и одинаковой настройке ЛЗ1, ЛЗ2 и ЛЗ3 приведены на рис. 4.

Заключение

Поскольку ГТИ и линии задержки имеют возможность настройки, а ГШ1 и ГШ2 можно задавать случайные сигналы, с различными законами распределения, то можно добиться любой длительности генерируемых сообщений, передаваемых с различной частотой следования, подчиняющихся необходимому закону распределения для основных сетевых технологий и видов сетевого трафика. Так на рис. 4 диаграмма 1 соответствует варианту формирования сетевого трафика при управлении фронтом и спадом импульса соответственно с использованием ГШ1 и ГТИ. При этом на первый и второй ЭК должны быть поданы соответственно команды управления из табл. 1 в виде «001» и «010». Диаграмма 2 на рис. 4 соответствует варианту с использованием ГШ1 и ГШ2 и подачей команд управления «001» и «011». Диаграмма 3 соответствует использованию ГШ1 и ЛЗ1 и команд «001» и «101» и т.д. Таким образом, система может быть настроена на моделирование основных типов трафика современных сетей, что позволяет достичь поставленную цель и может использоваться при проектировании, испытании телекоммуникационных систем, а также в ходе обучения (настройки) узлов и модулей системы и для прогнозирования нагрузки на них без привлечения абонентов сети.

Литература

1. Будко П.А. Управление ресурсами информационно-телекоммуникационных систем. Методы оптимизации. – СПб.: ВАС, 2012. – 512 с.
2. Бобнев М.П. Генерирование случайных сигналов. – М.: Энергия, 1971. – 239 с.
3. Фомин Л.А., Будко П.А. Эффективность и качество инфокоммуникационных систем. Методы оптимизации. – М.: Физматлит, 2008. – 296 с.
4. Хлевной С.Н., Колесников В.Б. Генератор случайных сигналов. Авторское свидетельство СССР №1116524, Опубликовано 30.09.1984. Бюл. Ф 36.
5. Фомин Л.А., Будко П.А., Шлаев Д.В. и др. Генератор искусственного трафика. Патент РФ №2339155. Опубликовано

ван 20.11.2008. Бюл. №32.

6. Буренин А.Н., Легков К.Е. Эффективные методы управления потоками в защищенных инфокоммуникационных сетях // H&ES: Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2010. – № 2. – С. 29-34.
7. Буренин А.Н., Легков К.Е. Модели процессов мониторинга при обеспечении оперативного контроля эксплуатации инфокоммуникационных сетей специального назначения // H&ES: Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2011. – № 2. – С. 19-23.
8. Буренин А.Н., Легков К.Е. К вопросу моделирования организации информационной управляющей сети для системы управления современными инфокоммуникационными сетями // H&ES: Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2011. – № 1. – С. 22-25.

METHOD OF IMITATION OF THE NETWORK TRAFFIC

Budko P., Doc.Tech.Sci., professor, Military academy of communication, budko62@mail.ru

Budko N., North Caucasian Federal university, budko27@mail.ru

Litvinov A., Military academy of communication, litvinovaleks@mail.ru

Nikolaev V., Military academy of communication, niko-laev.vitaliy.84@mail.ru

Abstract

The method of imitation of the network traffic, allowing to model main types of a network traffic of various classes of modern telecommunication networks at necessary speeds of transfer is offered. The method is that at the first stage form the impulse front. Thus generate a casual signal (noise) with the set law of distribution; form clock impulses; with each step measure and remember instant values of tension of noise on the basis of which establish threshold level; with each step linearly change tension from zero up to previously set amplitude; compare the received threshold levels of tension to linearly changing tension and at excess of threshold level fix a timepoint on which form the impulse front. At the second stage form impulse recession. Thus fix it on clock impulses, or detain concerning the impulse front at some size, or also generate a casual signal (noise) with the set law of distribution; form clock impulses; with each step measure and remember instant values of tension of noise on the basis of which establish threshold level; with each step linearly change tension from zero up to previously set amplitude; compare the received levels of tension to linearly changing tension and at excess of threshold level fix a timepoint on which form impulse recession. Thus during formation of fronts and recessions of pulse sequence of an imitated network traffic generate casual signals with various laws of distribution, change the speed of generation of a traffic operating the frequency of following of clock impulses and detain along with the impulse front clock impulses and impulse recession at some size. Thus both the front and recession of impulses form by a paired combination among themselves: casual time of the beginning of an impulse; time of a clock impulse; casual time of recession of an impulse; casual time

of the beginning of an impulse detained on a random variable; time of a clock impulse detained on a random variable; time of the termination of an impulse detained on a random variable. Use of the offered method will allow at a design stage, tests, training, control and commissioning of the modern distributed telecommunication systems and networks without involvement of users to define possible overloads of a network and its elements in various conditions of a network traffic, deliberate influence or network degradation.

Keywords: noise generator, network traffic, telecommunication networks, network design, temporary charts.

References

1. Budko P, 2012, 'Resource management of information and telecommunication systems. Optimization methods', St. Petersburg, 512 p.
2. Bobnev M, 1971, 'Generation of casual signals', Moscow, Energy, 239 p.
3. Fomin L. & Budko P, 2008, 'Effektivnost's Box and quality of infocommunication systems. Optimization methods', Moscow, Fizmatlit, 296 p.
4. Hlevny S. & Kolesnikov V, 1984, 'Generator of casual signals', The copyright certificate of the USSR No. 1116524, Bulletin F 36.
5. Fomin L & Budko P, etc., 2008, 'Generator of an artificial traffic', Patent Russian Federation No. 2339155, Bulletin No. 32.
6. Burenin, A & Legkov, K 2010, 'Effective methods of control over streams in protected infokommunikatsionny networks', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol.2, no.2, pp. 29-34.
7. Burenin, A & Legkov, K 2011, 'Model of monitoring processes when ensuring operative control of operation of infokommunikatsionny networks of special purpose', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol. 3, no. 2, pp. 19-23.
8. Burenin, A & Legkov, K 2011, 'To a question of modeling of the organization of the information managing director of a network for a control system of modern infokommunikatsionny networks', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol. 3, no. 1, pp. 22-25.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Бистерфельд О.А., к.т.н.,
Рязанский государственный
университет имени С.А. Есенина,
bist19@yandex.ru

Ключевые слова:

территориально распределенные
автоматизированные информационные
системы, интеграция данных, спутниковые
каналы связи, транспортные протоколы,
моделирование.

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы особенности обмена и интеграции данных в территориально распределенных автоматизированных системах испытаний ракетно-космической техники, а также проблемы передачи данных по каналам связи со спутниковым сегментом. Из соображений безопасности на случай возможной аварии ракеты стартовые позиции, районы падения компонентов ракетно-космической техники, выделенные полигонам и космодромам, размещают в малонаселенной местности, где отсутствует телекоммуникационная инфраструктура. Для оптимизации затрат на развитие и эксплуатацию комплексов полигонов и космодромов требуется повысить уровень автоматизации процессов измерительного обеспечения пусков ракетно-космической техники.

Предложено снизить интенсивность обменов между базами данных системы при выполнении целевых задач путем выполнения централизованной заблаговременной рассылки массивов централизованных идентификаторов экземпляров. Приведена структурная схема системы для осуществления предлагаемого метода обмена данных, описаны конструкции входящих в ее состав устройств, пояснен алгоритм работы. Предложенный подход позволяет уменьшить затраты на эксплуатацию информационной системы путем автоматизации процессов формирования логически связанных информационных массивов по данным от нескольких источников.

В автоматизированных системах испытаний ракетно-космической техники данные передаются на большие расстояния по радиоканалам, для которых характерна низкая вероятность передачи данных без искажений. Расстояние, на которое передается сигнал, 80 тыс. километров и более. Надежность передачи данных по радиоканалу низкая (вероятность искажения символа более 10⁻⁶). Эти особенности при известных протоколах передач позволяют использовать менее половины пропускной способности радиоканала. Основные объемы данных передаются в монопольном режиме. Для транспортировки данных по каналу связи со спутниковым сегментом неэффективны протоколы, созданные в свое время для компьютерных сетей. Предложено парировать зависимость надежных характеристик спутникового канала от интенсивности передач путем оптимизации параметров управления транспортным протоколом; применять протокол с непрерывной выдачей блоков в канал связи и с повторами только искаженных блоков; анализировать время поступления сообщений обратной связи. Приведена математическая модель эффективной пропускной способности транспортного протокола. Описанные подходы позволят повысить достоверность передачи в режиме реального времени и снизить время доставки в режиме отложенной транспортировки. Разработанные модели транспортных протоколов адаптированы к применению в малообслуживаемых компонентах полигонов и космодромов.

Введение

В жизненном цикле ракетно-космической техники (РКТ) важную роль играют длительные и всесторонние испытания. Испытания проводят при проектных работах, при отработке опытных образцов РКТ на заводах-изготовителях, на специальных полигонах со сложными распределенными полигонными измерительными комплексами. При подготовке к пуску ракет космического назначения на технических комплексах и стартовых позициях космодромов продолжают проверки с применением большого числа специализированных автоматизированных информационных систем (АИС), входящих в измерительные комплексы космодромов. Тщательно контролируется поведение изделий на активном участке полета с помощью сети измерительных пунктов со средствами оптических, радиолокационных, телеметрических и других измерений. Для управления космическими объектами, для мониторинга их состояния в наземных автоматизированных комплексах управления функционируют отдельные командно-измерительные комплексы. Из соображений безопасности на случай возможной аварии ракеты стартовые позиции, районы падения компонентов РКТ, выделенные полигонам и космодромам, размещают в малонаселенной местности, где отсутствует телекоммуникационная инфраструктура. Необходимы также измерительные пункты морского базирования, где принципиально невозможны проводные и оптоволоконные линии связи. С появлением систем спутниковых каналов связи их используют в измерительных комплексах космодромов и полигонов для сбора измерительной информации (рис. 1).

За время смены формации страны развитию и совершенствованию систем ракетно-космической отрасли не уделялось достаточного внимания. В настоящее время выполняется ряд проектов по определению направлений развития измерительных комплексов космодромов и полигонов. Рыночные условия диктуют жесткие ограничения на сроки, финансовые и производственные ресурсы, которые могут быть выделены в государственном оборонном заказе. Требуется изначальное создание комплекса моделей, детализирующего облик нового состояния и позволяющего оптимизировать и сократить затраты на развитие и эксплуатацию комплексов полигонов и космодромов. Новые подходы должны обеспечить повышение уровня автоматизации процессов измерительного обеспечения пусков РКТ и снизить потребность в ресурсах, в том числе в высококвалифицированном обслуживающем персонале. Модели должны быть адаптированы к применению в малообслуживаемых компонентах полигонов и космодромов. В ряду

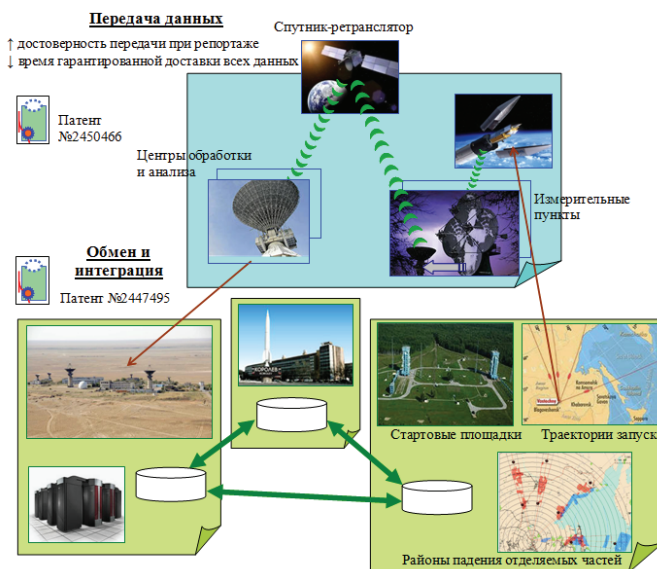


Рис. 1. Обмен и доставка данных в распределенных автоматизированных системах испытаний ракетно-космической техники

проблем и крупная проблема эффективной организации информационных структур, интеграции данных, доставки измерительных данных от удаленных компонентов комплексов полигонов и космодромов в центры обработки и анализа.

Методы обмена и интеграции в БД распределенных систем

Наиболее распространенные известные способы интеграции данных в системе взаимодействующих баз данных (БД) не позволяют организовывать в БД корректные массивы данных: допускается многократное повторение одних и тех же по смысловому содержанию записей данных в тех случаях, когда данные поступают от различных источников данных. Заблаговременное формирование централизованных идентификаторов экземпляров (ЦИДЭ) для классификаторов и систем кодирования не предусмотрено, следствием является выполнение излишних процедур при обменах между БД.

Отсутствие в известных способах упреждающей рассылки из службы идентификации данных (СИД) измененных массивов ЦИДЭ может приводить к задержкам готовности БД к выдаче обменных данных. Такие задержки могут быть неприемлемы в информационных системах, работающих в реальном времени.

В известных способах не предусматривается заблаговременная централизованная подготовка новых массивов ЦИДЭ. Преимущества такой возможности, в случаях, если такие массивы могут быть заранее подго

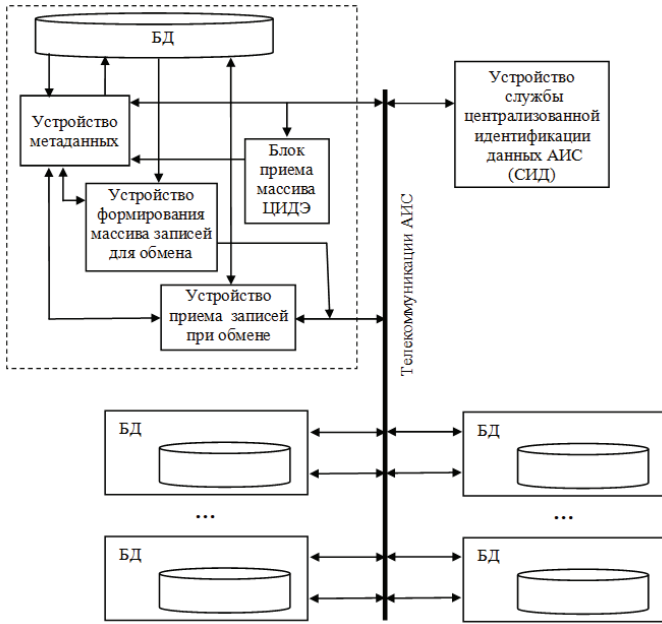


Рис. 2. Структура системы для осуществления способа обмена

лены и разосланы, заключается в повышении оперативности предстоящих обменов между БД системы.

Обобщенное структурное решение АИС для реализации нового способа интеграции данных [1, 7] представлено на рис. 2. Структура устройства службы централизованной идентификации данных АИС (СИД) приведена на рис. 3, устройства метаданных БД АИС – на рис. 4, устройства формирования массива записей для обмена – на рис. 5, устройства приема записей при обмене – на рис. 6 [4].

Способ интеграции информационных ресурсов [1] использует информационные обмены между БД. Предусматривается генерация новых ключей для записей, чем обеспечивается уникальность записей в БД. В то же время централизованно (в рамках АИС) генерируются уникальные ключи для типов записей и для отдельных экземпляров записей – ЦИДЭ. В специальной структуре метаданных в каждой БД формируются соответствия между централизованно сгенерированными ключами и ключами, сгенерированными в БД при занесении записей.

Централизованная генерация ЦИДЭ обеспечивает возможность при приеме записей в БД от любой другой БД системы выполнение процедур:

- генерации собственных (для приемника) уникальных ключей для принимаемых записей (чем обеспечить уникальность записей в БД);

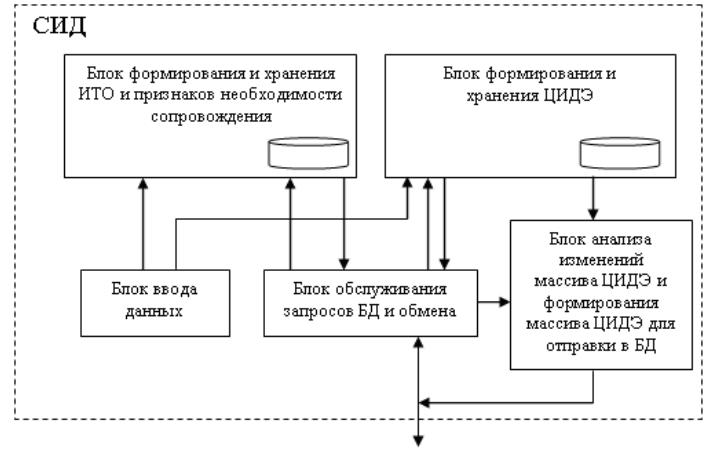


Рис. 3. Структура устройства службы централизованной идентификации данных АИС

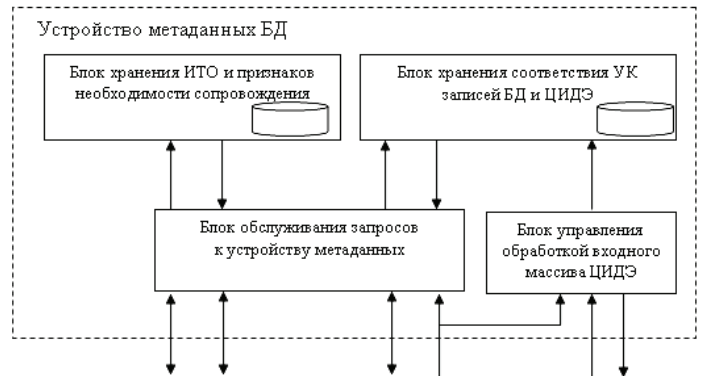


Рис. 4. Структура устройства метаданных баз данных АИС

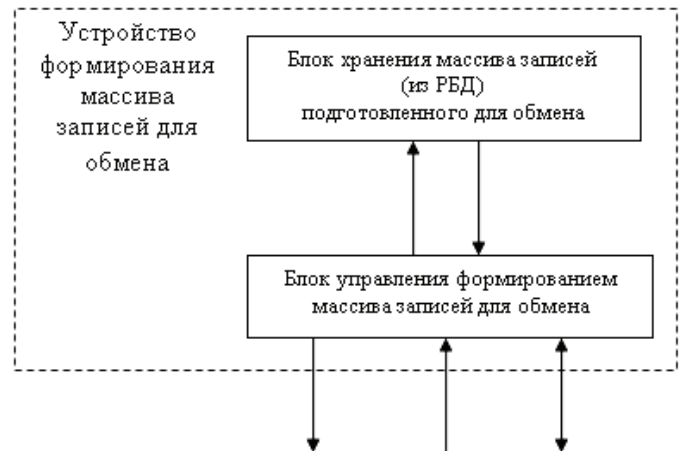


Рис. 5. Структура устройства формирования массива записей для обмена

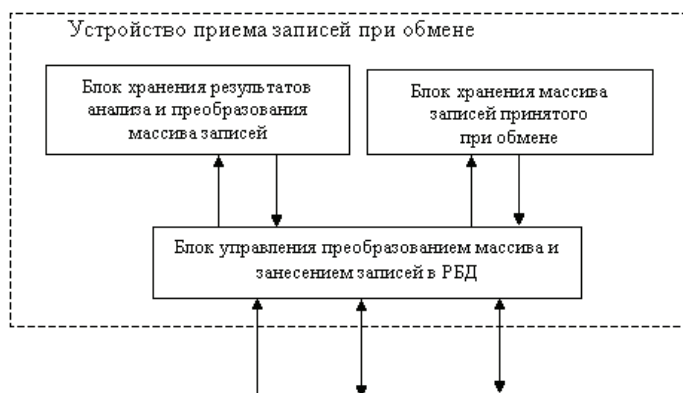


Рис. 6. Структура устройства приема записей при обмене

- выявления в принимаемых записях информационных объектов, уже имеющих в БД, и предотвращения повторной записи таких объектов;

- объединения данных от нескольких БД источников в БД приемнике в единый логически связанный информационный массив.

Блоки формирования и хранения идентификаторов типов объектов (ИТО) и признаков необходимости сопровождения, формирования и хранения ЦИДЭ (рис. 3), хранения ИТО и признаков необходимости сопровождения, хранения соответствия уникальных ключей записей БД и ЦИДЭ (рис. 4) могут быть выполнены в виде реляционных БД.

Блок хранения массива записей, подготовленного для обмена, из состава устройства формирования массива записей для обмена (рис. 5) и блоки хранения массива записей, принятого при обмене, хранения результатов анализа и преобразования массива записей из состава устройства приема записей при обмене (рис. 6) предназначены для временного хранения данных и могут быть выполнены в виде запоминающих устройств (или в виде массивов при реализации программным способом).

Заблаговременное корректное формирование интегрируемых структурированных информационных ресурсов, повышающее оперативность представляемых ими данных, может быть обеспечено:

- централизованной заблаговременной генерацией массивов ЦИДЭ и их рассылкой по БД в части классификаторов и систем кодирования данных;
- централизованной заблаговременной рассылкой массивов ЦИДЭ в случаях их изменений;
- централизованной заблаговременной генерацией дополнительных массивов ЦИДЭ и их рассылкой по БД при плановых расширениях интегрируемых ин-

формационных ресурсов АИС.

Ускорение обменов данными между БД происходит за счет исключения «постепенности» идентификации в БД системы объектов классификаторов и систем кодирования, а также и уменьшения интенсивности обменов между службой СИД и БД при выполнении информационной системой целевых задач и новых целевых задач.

Выше представленный подход позволит получить значительный экономический эффект за счет:

- уменьшения затрат на эксплуатацию АИС из-за исключения необходимости систематического решения вопросов, связанных с некорректным размещением в БД системы классификаторов и систем кодирования;

- уменьшения затрат на эксплуатацию АИС путем автоматизации процессов формирования логически связанных информационных массивов по данным от нескольких БД-источников при расширении интегрируемых информационных ресурсов;

- уменьшения затрат на эксплуатацию АИС за счет автоматизации и корректности переноса пополнения интегрируемых информационных ресурсов в БД по любой, в том числе сетевой и двусторонней, топологии обменов.

Доставка измерительных данных в центры обработки и анализа

В АИС испытаний ракетно-космической техники данные передаются на большие расстояния (сотни тысяч км) по радиоканалам, для которых характерна низкая вероятность передачи данных без искажений. Основные объемы данных передаются в монопольном режиме. Для транспортировки данных практически используют протоколы, созданные в свое время для компьютерных сетей: UDP – при необходимости доставки данных потребителям в реальном времени, и TCP – для гарантированной полноты доставки данных. Применение их в космических системах нельзя признать эффективным. Выражение для оценки результирующей пропускной способности, и конкретные оценки из рекомендаций Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union [6]) подтверждают это (рис. 7).

При $L_{oss} = 1.E-3$ протокол TCP снижает результирующую пропускную способность в десять раз только за счет избыточных передач данных, необходимых для парирования искажений в канале связи. Еще более значительно снижается результирующая пропускная способность при передаче данных на большие расстояния. При передаче данных по спутниковому каналу связи с $RTT > 500 \text{ ms}$, даже при $L_{oss} = 1.E-6$, результирующая

пропускная способность снижается в сотню раз (в TCP тратится время на ожидание подтверждающих сообщений по каналу обратной связи).

В [2] разработаны новые, более эффективные процедуры доставки данных на большие расстояния и при значительных вероятностях искажения данных в канале связи. В режиме реального времени (при репортаже) передается только часть данных, парируется зависимость надежностных характеристик канала от интенсивности передач путем изменения параметров транспортного протокола [5]. Оптимальные значения параметров определяют с помощью программы [3]; исходные данные для моделирования получают при предварительном тестировании канала связи (передаче в режиме без подтверждения блоков тестовых данных при различных значениях размера передаваемых блоков и скважности передачи).

При передаче в режиме гарантированной доставки данных повторяется передача только искаженных блоков данных, а выдача данных проводится непрерывно, вне зависимости от результатов передачи предыдущих фрагментов данных.

Математическая модель результирующей пропускной способности $S_{\text{псп}}$ такого протокола [3]:

$$S_{\text{псп}} = R_{\text{бл}} S_{\text{ф}} / [(R_{\text{бл}} + r_{\text{zb}}) \overline{k_{\text{пвт}}}] \quad (1)$$

где $R_{\text{бл}}$ – размер блока (сегмента, пакета) данных;

$S_{\text{ф}}$ – пропускная способность канала связи;

$R_{\text{бл}}$ – размер блока данных;

r_{zb} – размер заголовка блока данных;

$\overline{k_{\text{пвт}}}$ – коэффициент повторов блоков данных.

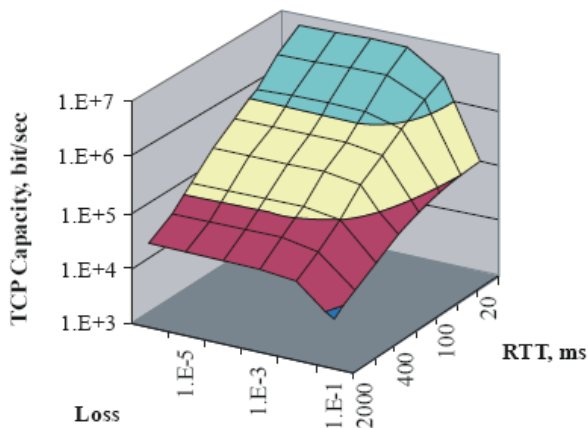


Рис. 7. Результирующая пропускная способность протокола TCP (вероятность искажения символа в канале связи – ; время распространения сигнала в прямом и обратном канале – ; канал связи 10 Мб/с) [6]

Для учета среднего значения коэффициента повторов блоков данных:

$$\begin{aligned} \overline{k_{\text{пвт}}} &= P_{\text{прд бл}} + 2P_{\text{птр бл}} P_{\text{прд бл}} + 3P_{\text{птр бл}}^2 P_{\text{прд бл}} + \\ &4P_{\text{птр бл}}^3 P_{\text{прд бл}} + \dots = \\ &= (1 - P_{\text{птр бл}}) + 2P_{\text{птр бл}} (1 - P_{\text{птр бл}}) + \\ &3P_{\text{птр бл}}^2 (1 - P_{\text{птр бл}}) + 4P_{\text{птр бл}}^3 (1 - P_{\text{птр бл}}) + \dots = \\ &= 1 + P_{\text{птр бл}} + P_{\text{птр бл}}^2 + P_{\text{птр бл}}^3 + P_{\text{птр бл}}^4 + \dots \end{aligned}$$

где $P_{\text{прд бл}}$ – вероятность правильной передачи блока данных;

$P_{\text{птр бл}}$ – вероятность искажения при передаче блока данных.

Бесконечный ряд является сходящейся бесконечной геометрической прогрессией ($P_{\text{птр бл}} < 1$):

$$\overline{k_{\text{пвт}}} = 1 / (1 - P_{\text{птр бл}}),$$

где $P_{\text{птр бл}} = 1 - P_{\text{прд бл}} = 1 - p^{R_{\text{бл}} + r_{\text{zb}}}$;

$p = 1 - L_{\text{осс}}$ – вероятность правильной передачи символа в канале связи.

Зависимости $S_{\text{псп}}$ от $L_{\text{осс}}$ и RTT (полученные с помощью формулы 1) показаны на рис. 8.

В монопольном канале связи отсутствуют передачи каких-либо иных потоков данных. Отрезок времени от

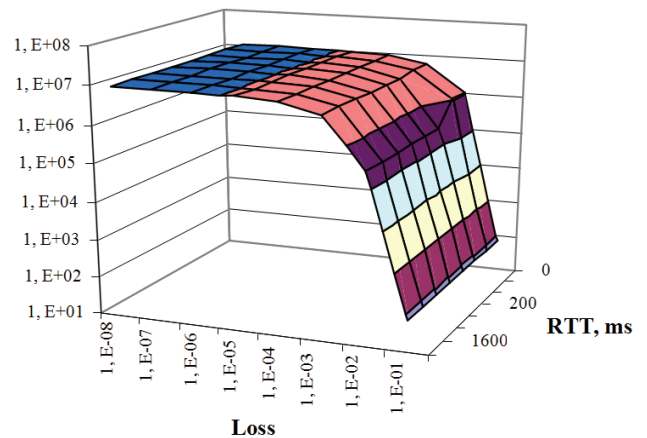


Рис. 8. Результирующая пропускная способность протокола с непрерывной выдачей блоков в канал связи и с повторами только искаженных блоков (канал связи 10 Мб/с)

В момента окончания отправки передающей стороной окна данных и до момента поступления квитанции с приемной стороны является детерминированным – длительность его не подвержена существенным флуктуациям. Анализ времени поступления сообщений обратной связи может использоваться для повышения достоверности передачи.

Применение вышеописанных подходов позволяет сократить фактический объем передаваемых данных (новый протокол более экономичен в процедурах повторных передач, компенсирующих потери данных).

В совокупности, при передаче данных по спутниковым каналам связи, результирующая пропускная способность возрастает в десятки раз.

Литература

1. Бистерфельд О.А. Способ информационного обмена между базами данных информационных систем и система для его осуществления. Патент на изобретение РФ № 2447495, приоритет от 6.04.2011.
2. Bisterfeld O.A. Data integration in the distributed information systems // International Journal of Advanced Studies. 2012. №1. URL: <http://ijournal-as.com/issues/2012/1/bisterfeld.pdf> (дата обращения 27.03.2013).
3. Бистерфельд О.А. Способ передачи информации по

каналам связи и система для его осуществления. Патент на изобретение РФ № 2450466, приоритет от 29.04.2011.

4. Бистерфельд О.А. Моделирование передач в монополюсном режиме спутникового канала связи // Вестник КИГИТ. – 2012. – №1. – С. 53-61.

5. Бистерфельд О.А. Программа имитационного моделирования передач данных по каналу связи со спутниковым сегментом / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011617030 от 09.09.2011 г. Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

6. Telecommunication standardization sector of International Telecommunication Union. Y/1541, 12.2011. Series Y: Global information infrastructure, Internet protocol aspects and next-generation networks. Internet protocol aspects – Quality of service and network performance. Network performance objectives for-based services. Режим доступа: <http://www.itu.int/ru/ITU-T/publications/Pages/default.aspx> (дата обращения 27.03.2013).

7. Везенов В.И., Новиков Ю.А., Пресняков А.Н., Светников О.Г., Хлебников Н.Ю. Способ информационного обмена между базами данных информационных систем и система для его осуществления. Патент на изобретение РФ № 2351010, приоритет от 27.03.2007.

INFORMATION SUPPORT OF TESTS OF THE MISSILE AND SPACE EQUIPMENT

Bisterfeld O., Ph.D, Ryazan State University, bist19@yandex.ru

Abstract

In article some problems of data exchange and data integration in geographically distributed automated systems of rocketry tests are analyzed, data transmission problems on communication links with a satellite segment are analyzed also. From security reasons on a case of possible failure of the rocket, launching sites and regions of falling of components of the missile and space equipment which belong to the spaceports, take place in sparsely populated terrain where there is no telecommunication infrastructure. To reduce costs of development and operation of the spaceports, it is necessary to raise automation level in systems of measuring providing at rocketry start-ups. The centralized preliminary mailing the centralized identifiers will allow to reduce intensity of exchanges between system databases when performing target tasks. The skeleton diagram of system for implementation of an offered method of data exchange is provided, constructions of the devices which were its part are described, and the algorithm of operation is explained. The offered approach allows reducing costs of maintenance of an information system by formation automation of logically connected information arrays by data from several sources. In automated systems of rocketry tests data are transferred to long distances on radio channels for which the low probability of data transfer without distortions is characteristic. The signal is transmitted to distance of 80 thousand kilometers and more. Reliability of data transfer on a radio channel is low (probability of character distortion more than 10-6). These features in case of known protocols of transmissions allow using less than a half of carrying capacity of a radio channel. The main data volumes are transferred in an exclusive mode. For transportation of data on a communication channel with a satellite segment the protocols created earlier for computer networks aren't effective. Reliability characteristics of the satellite channel depend on data transfers intensity, the author suggests parrying this dependence by optimization of the transport protocol's control parameters. The author offered the protocol with the continuous output of units in communication link and with repetitions only the distorted units. Also the author suggests analyzing

arrival time of acknowledgement. In article there is a mathematical model of effective carrying capacity of the transport protocol. The described approaches will allow increasing reliability of real-time transport and to lower delivery time in a mode of the postponed transportation. The developed models of transport protocols are adapted for application in low-serviced spaceports components.

Keywords: distributed automated information systems, data integration, satellite communication links, transport protocols, simulation

References

1. Bisterfeld O.A. 2011, Sposob informatsionnogo obmena mezhdz bazami dannyykh informatsionnykh sistem i sistema dlia ego osushchestvleniia [Method of information exchange between databases of information systems and system for its implementation]. Patent RF, no. 2447495.
2. Bisterfeld O.A. 2011, Sposob peredachi informatsii po kanalam svyazi i sistema dlia ego osushchestvleniia [Information transfer method on communication links and system for its implementation]. Patent RF, no. 2450466.
3. Bisterfeld O.A. 2011, Programma imitatsionnogo modelirovaniia peredach dannyykh po kanalu svyazi so sputnikovym segmentom [The program of simulation modeling of data transfers for communication link with a satellite segment]. Certificate RF, no. 2011617030.
4. Bisterfeld OA 2012, 'Data integration in the distributed information systems', International Journal of Advanced Studies, no. 1, viewed 27 March 2013, <http://ijournal-as.com/issues/2012/1/bisterfeld.pdf>.
5. Bisterfeld OA 2012, 'Modelirovanie peredach v monopol'nom rezhime sputnikovogo kanala svyazi' [Simulation of transmissions in an exclusive mode of satellite communication link]. Vestnik KIGET, no. 1, pp. 53-61.
6. Quality of service and network performance. Network performance objectives for-based services 2011, Telecommunication standardization sector of International Telecommunication Union, viewed 27 March 2013, <http://www.itu.int/ru/ITU-T/publications/Pages/default.aspx>.
7. Vezenov VI, Novikov IuA, Presniakov AN, Svetnikov OG & Khlebnikov Nlu 2007, Sposob informatsionnogo obmena mezhdz bazami dannyykh informatsionnykh sistem i sistema dlia ego osushchestvleniia [Method of information exchange between databases of information systems and system for its implementation], patent RF, no. 2351010.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Легков К.Е., к.т.н.,
Военно-космическая академия
имени А.Ф. Можайского,
mail:constl@mail.ru

Ключевые слова:

трафик, информационный обмен,
беспроводный сегмент,
инфокоммуникационная система,
методика.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время все большее распространение получают инфокоммуникационные технологии, данные о степени самоподобия трафика в которых пока в полном объеме отсутствуют. В статье описывается оригинальный эксперимент по снятию реализаций трафика в беспроводном сегменте инфокоммуникационной системы специального назначения, абонентами которой являются должностные лица сил специального назначения, а также приводятся результаты анализа структурных особенностей данного трафика. Уже известно, что самоподобной структурой обладает телетрафик практически во всех проводных сетях, также обнаружены аналогичные эффекты в сотовых телефонных сетях с коммутацией пакетов. Проведенные исследования подтверждают наличие самоподобных свойств в беспроводном сегменте инфокоммуникационной системы военного назначения. Самоподобные свойства проявляют себя в трафике как на канальном (Fast Ethernet), так и на транспортном (TCP) уровнях. Сравнив полученные в настоящем исследовании результаты с аналогичными результатами для трафика проводных сетей можно сделать выводы о том, что, несмотря на различные принципы функционирования канального и физического уровней, с точки зрения самоподобной структуры принципиальных отличий между данными видами трафика не обнаружено. Это позволяет сделать вывод о возможности прогнозирования самоподобного сетевого трафика в сложных инфокоммуникационных системах военного назначения.

После реализации метода оценки качества информационного обмена, подробно описанного в предыдущих статьях автора, и получения значений показателей качества с применением разработанной программы, при несоответствии значения требуемому, необходимо решать частную задачу, которая решена с использованием метода повышения качества информационного обмена. Проведенные расчеты качества информационного обмена согласно разработанного ранее метода оценки с помощью программы подтверждают вывод о повышении общей эффективности системы. Полученные результаты подтверждают, что качество информационного обмена в сложной инфокоммуникационной системе специального назначения при применении метода повышения качества информационного обмена с прогнозированием заметно выше (10-15 %) при том же самом объеме информации, полученном и переданном абонентами системы. В соответствии с этим в статье представлены материалы, позволяющие в определенной мере восполнить пробел в освещении проблем и основных способов их разрешения в области организации управления современными инфокоммуникационными системами, создаваемыми из различных систем и сетей связи.

Для проверки полученных ранее методов и методик [1] с помощью имитационного моделирования на ПЭВМ и с учетом результатов проведенного эксперимента был поставлен вычислительный эксперимент по анализу их эффективности в ИКС СН.

После реализации метода оценки качества информационного обмена, подробно описанной в [2], и получения значений показателей качества с применением разработанной программы, при несоответствии значения требуемому, необходимо решать частную задачу по повышению качества информационного обмена. Данную задачу будем решать с применением метода повышения качества информационного обмена, подробно описанного в [3].

Оценку работы метода оценки проведем с помощью имитационного моделирования на ПЭВМ. Моделирование производилось в среде сетевого эмулятора ns-2 с учетом прохождения информации от типового модуля к центру распределения услуг связи (ЦРУС) на пункте управления модульного типа. Схема эксперимента по моделированию метода представлена на рис. 1.

Источником самоподобного трафика в данном эксперименте является одна из реализаций реального сетевого трафика, полученная в ранее и подаваемая на автономную станцию - 5 (АС-5). Посредством АС-5 полученный таким образом самоподобный поток упаковывается в UDP-пакеты и передается вместе с трафиком в сторону получателя АС-4. Кроме того, на схеме также имеется еще один (вспомогательный) источник трафика с АС-1, генерирующий и транслирующий поток UDP-пакетов в направлении получателя АС-4.

В целях данного эксперимента для оценки потенциальных возможностей метода выберем источник с постоянной интенсивностью (S бит/с) генерирования пакетов (так называемый, СВР-источник).

Трафики обоих источников (самоподобного и СВР) имеют в составе своего пути к АС-4 один общий участок, одновременно являющийся «узким» местом системы – канал от АС-3 до АС-4 с пропускной способностью S бит/с.

В данном случае возникает задача эффективного разделения ресурсов канала от АС-3 до АС-4 (его пропускной способности) между трафиками обоих источников АС-5 и АС-1.

В процессе проведения эксперимента система (рис. 1) изучается в двух режимах:

в режиме статического разделения пропускной способности канала от АС-3 до АС-4 между самоподобным и СВР трафиками. При этом некоторый ресурс этой пропускной способности $C < S$ (бит/с) закрепляется постоянно за самопо-

добным трафиком, а оставшаяся пропускная способность $S - C$ (бит/с) выделяется под трафик СВР. Однако, как уже отмечалось выше, такой способ малоэффективен вследствие высокой пачечности трафика источника АС-5;

в режиме динамического перераспределения пропускной способности канала от АС-3 до АС-4 между самоподобным и СВР трафиками при помощи прогнозирования. В этом случае на основе информации, полученной в процессе мониторинга интенсивности самоподобного трафика в канале от АС-5 до АС-2 в момент времени i , делается прогноз потребностей потока источника АС-5 в пропускной способности \hat{C} (бит/с) на участке от АС-3 до АС-4 в последующий интервал времени $i + \Delta$. На основании такой прогностической оценки самоподобному трафику в канале от АС-3 до АС-4 выделяется требуемый ресурс \hat{C} (бит/с), а СВР-трафику, соответственно, оставшийся ресурс $S - \hat{C}$ (бит/с) пропускной способности на время Δ .

В обоих исследуемых режимах оценивались статистики D^+ , D^- , SNR^1 , а также общее количество информации, переданное источником от АС-1 и достигшее получателя АС-4. Для прогнозирования использовался алгоритм с простым предсказателем, который согласно проведенного ранее анализа наименее ресурсоемкий и наиболее эффективный [4].

Программное обеспечение ns-2 имеет открытый исходный код и распространяется бесплатно, без каких-либо ограничений на право использования, модификации и распространения. ns-2 является объектно-ориентированным ПО, ядро которого реализовано на языке C++, а язык сценариев (скриптов) Tcl используется в качестве интерпретатора.

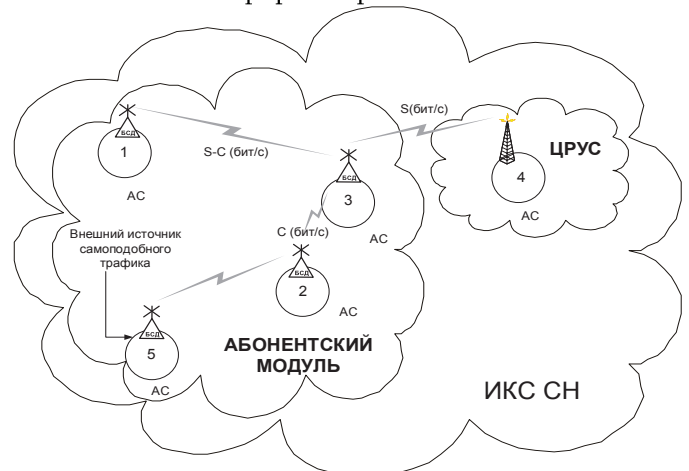


Рис. 1. Схема эксперимента по моделированию метода оценки изменения качества информационного обмена

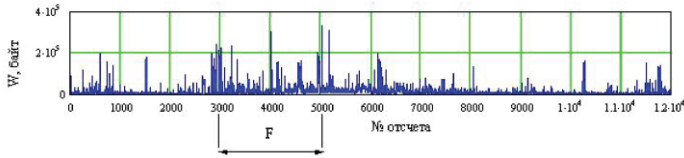


Рис. 2. Временной ряд WS-10 и его исследуемый фрагмент F

В целях настоящей работы все необходимые программные модули реализованы на языке Otcl и использованием стандартных библиотек C++ для ns-2. Пакет программ ns-allinone-2.27 устанавливался на ПО Cygwin-2.427 для операционной системы Windows 7. Всего использовалось три программных модуля.

В результате работы программ мы получаем те же самые (или более полные) статистики, которые исследовали ранее [4], и теперь можем их сравнить: была использована реализация самоподобного трафика с сайта «Internet traffic archive», приведенная к эквидистантному виду с помощью процедуры агрегирования по уровню $\Delta = 10$ сек.

При этом для изучения (прогнозирования) был выбран ее фрагмент F, заключенный между отсчетами 3000 ($3000 * \Delta / 3600 = 8.3$ часа) и 6000 ($6000 * \Delta / 3600 = 16.6$ часа), который характеризуется общей длительностью ~ 8.3 часа и, фактически, представляет собой реализацию трафика, в течение стандартного рабочего дня. Для настоящего эксперимента по моделированию (в целях экономии времени) возьмем более короткий участок между отсчетами 3000 и 5000, имеющий длительность 2000 отсчетов = 20000 сек (см. рис. 2).

Табл. 1. Значения параметров в программе dinrps.tcl

Название параметра	Значение параметра
max_band2_3	200000.0
max_bandO_3	200000.0
\$ns simplex-link \$n0 \$n3	200000.0 1ms DropTail
\$ns simplex-link \$n1 \$n2	200000.0 1ms DropTail
\$ns simplex-link \$n2 \$n3	0.0 1ms DropTail
\$ns simplex-link \$n3 \$n4	200000.0 1ms DropTail
\$ns simplex-link \$n5 \$n1	200000.0 1ms DropTail
\$cbr0 set rate_	200000.0
band3_4	200000.0
bandO_3	200000.0

Изменения, которые необходимо внести в программу dinrps.tcl для проведения данного эксперимента и получения приведенных ниже результатов, отражены в табл. 1.

Для начала сравним статистики $Dplus$ и $Dplus_drops$, отражающие коэффициент D^+ , но измеренные разными способами ($Dplus_drops$ – с помощью специального счетчика отброшенных пакетов, встроенного в ns-2). Поскольку нас больше интересует выигрыш от применения метода разделения времени передачи пакетов с прогнозированием, то сравним выигрыши для статистик $Dplus$ и $Dplus_drops$, определяемых как разность:

$$AdvDplus_{naive}(bs_norm) = Dplus_{st}(bs_norm) - Dplus_{naive}(bs_norm)$$

для статистики $Dplus$, и как разность:

$$AdvDplus_drops_{naive}(bs_norm) = Dplus_drops_{st}(bs_norm) - Dplus_drops_{naive}(bs_norm)$$

для статистики $Dplus_drops$ соответствующие графики приведены на рис. 8.

Заметим, что выигрыш в статистике $Dplus$ равен выигрышу в статистике $Dminus$. Как можно видеть из рис. 3, выигрыши в статистиках $Dplus$ и $Dplus_drops$ отличаются незначительно, особенно в рабочем диапазоне (при $bs_norm > 2$), характеризующимся приемлемым уровнем потерь, поэтому для дальнейшего анализа выберем одну из этих статистик, например $Dplus$. Полученные в результате моделирования на ns-2 основные статистики для статического и динамического принципов распределения пропускной способности приведены на рис. 4, 5, 6 соответственно.

Сравнивая полученные зависимости с аналогичными, представленными ранее, можно отметить, что результаты моделирования хорошо согласуются с теоретическими расчетами.

Выигрыш в статистике SNR^{-1} определяется аналогичным образом:

$$AdvSNR_{naive}(bs_norm) = SNR_{st}(bs_norm) - SNR_{naive}(bs_norm)$$

Заметим, что приведенные выше характеристики имеет смысл рассматривать, если для каждого значения bs_norm средняя пропускная способность канала от AC-2 до AC-3 не зависит от механизма распределения пропускной способности (статического или динамического с прогнозированием).

Проконтролируем неизменность среднего значения пропускной способности канала от AC-2 до AC-3 для рас-

смаатриваемых механизмов. Соответствующие графики приведены на рис. 7.

Как можно видеть, средняя пропускная способность этого канала не зависит от метода ее распределения и растет линейно с увеличением *bs_norm*. Последнее объясняется линейным ростом статической компоненты *bs* в процессе проведения эксперимента.

Проанализируем еще одну статистическую характеристику - количество информации, принятое АС-4 от источника СВR-трафика за время эксперимента при различных методах распределения пропускной способности. Как замечалось ранее, при заданном значении *bs_norm* среднее значение пропускной способности канала от АС-2 до АС-3 для обоих принципов управления остается постоянным. Следовательно, постоянным остается и связанная с ней величина - средняя пропускная способность канала от АС-1 до АС-3 (см рис. 7). Тогда, располагая графиком на рис.7, можно оценить количество информации, принятое от АС-1 АС-4. Например, для параметра *bs_norm* = 1.5 средняя пропускная способность канала от АС-2 до АС-3 равна примерно 30 000 бит/с.

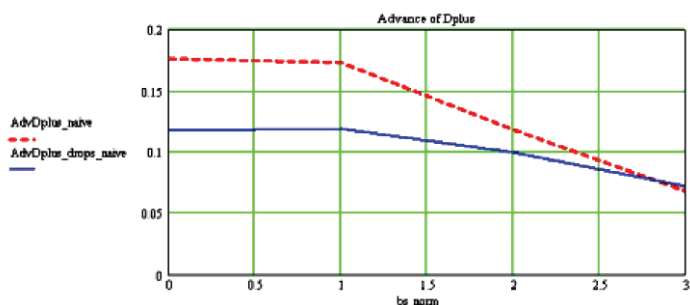


Рис. 3. Выигрыши в статистиках Dplus и Dplus_drops от применения метода с простым предсказателем для ряда ВС-10

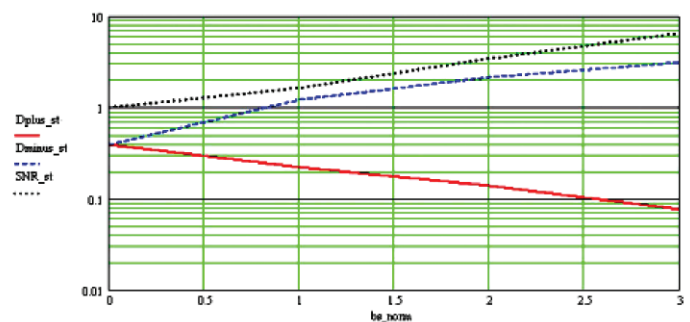


Рис. 4. Основные статистики, полученные в результате моделирования на ns-2 механизма статического распределения пропускной способности для ряда ВС-10

Значит, средняя пропускная способность канала от АС-1 до АС-3 равна $200\ 000 - 30\ 000 = 170\ 000$ бит/с, где $200\ 000$ бит/с – пропускная способность канала от АС-3 до АС-4, задаваемая параметром *band3_4* в табл. 1. В этом случае количество информации, принятое АС-4 от источника СВR трафика за все время эксперимента (20 000 сек) составляет порядка $170\ 000 * 20\ 000 / 8 = 4.25 * 10^8$ байт. Проверим этот результат с помощью зависимостей, представленных на графике (рис. 8) и полученных с помощью встроенных в ns-2 счетчиков принятых пакетов (агента LossMonitor). При том же самом объеме информации, принятой АС-4 от источника АС-1, потери при передаче самоподобного трафика от источника АС-5 заметно (~10 %) ниже при использовании метода повышения качества информационного обмена с прогнозированием.

При этом показатель SNR^1 , характеризующий джиттер, улучшатся на 59 %.

Кроме того, заметим, что данный метод с помощью простого предсказания практически не требует вычислительной мощности процессора (по сравнению с FARIMA-предсказателем, например) и достаточно легко реализуем.

Теперь приведем результаты моделирования с использованием в качестве источника самоподобного трафика реализацию Weth04.dat, зафиксированную в ИКС ВН. Свойства и характеристики данной реализации также исследовалась нами ранее в этом разделе.

Выберем в качестве исследуемого участка, например, интервал между началом реализации и временной меткой 10000 секунд, продолжительностью ~2.778 часа (см. рис. 9).

Табл. 2. Значения параметров в программе dinrps.tcl

Название параметра	Значение параметра
max_band2_3	10000000.0
max_bandO_3	10000000.0
\$ns simplex-link \$n0 \$n3	10000000.0 lms DropTail
\$ns simplex-link \$n1 \$n2	10000000.0 lms DropTail
\$ns simplex-link \$n2 \$n3	0.0 1ms DropTail
\$ns simplex-link \$n3 \$n4	10000000.0 lms DropTail
\$ns simplex-link \$n5 \$n1	10000000.0 lms DropTail
\$cbr0 set rate_	10000000.0
band3_4	10000000.0
bandO_3	10000000.0

Параметры программы `dinrps.tcl` для проведения данного эксперимента и получения приведенных ниже результатов представлены в табл. 2. При этом представим результаты моделирования уровня агрегирования 0.05 сек. На рис. 10 изображены зависимости выигрышей в коэффициенте недооценки (коэффициенте потерь) при использовании метода повышения качества информационного обмена с простым предсказателем для ряда Weth04.

Как можно видеть, выигрыш (в статистике $Dplus$) при среднем значении пропускной способности канала от AC-2 до AC-3, равной трем средним значениям интенсивности трафика на изучаемом участке (т.е. в точке $bs_norm=2$) составляет $\sim 8\%$. Это значение хорошо согласуется с результатами, рассмотренными ранее для ряда BC-10 ($\sim 10\%$). На рис. 11 и 12 приведены основные изучаемые статистики для случаев статического и динамического распределения пропускной способности соответственно. Далее, на рис. 13 представлена зависимость выигрыша в коэффициенте $SNR1$. Величина выигрыша не зависит от значения bs_norm и составляет $\sim 58\%$.

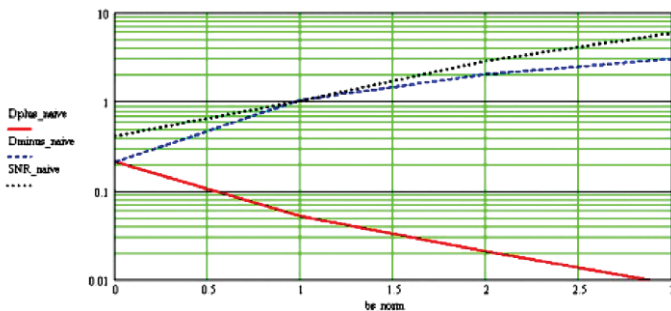


Рис. 5. Основные статистики, полученные в результате моделирования на ps-2 механизма динамического распределения пропускной способности с простым прогнозированием для ряда BC-10

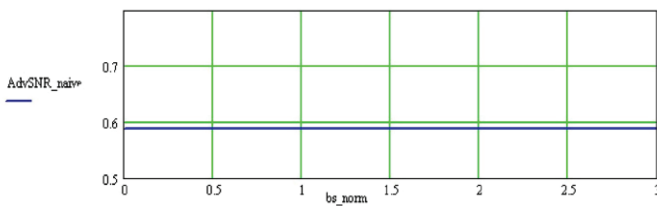


Рис. 6. Оценка изменения статистики SNR-1 от применения метода с простым прогнозированием для ряда BC-10

Анализируя графики, представленные на рис. 14, можно убедиться, что в ходе эксперимента среднее значение пропускной способности канала от AC-2 до AC-3 для заданного значения bs_norm сохраняется неизменным при переходе от статического принципа к динамическому. Таким образом, показатели эффективности (SNR-1, D+ и D-) для этих принципов можно сравнивать между собой для любого фиксированного значения bs_norm .

Более того, судя по графику, представленному на рис. 15, в случае применения метода повышения качества информационного обмена с прогнозированием не только удастся достичь уменьшения потерь информации в канале от AC-2 до AC-3 на 8%, но и сохранить (и даже несколько увеличить) количество информации, переданное в канале от AC-1 до AC-4. Параметр SNR-1 при этом улучшается на 58%.

Полученные результаты подтверждают выводы, сделанные ранее о безусловном повышении эффективности системы вследствие применения метода повышения качества информационного обмена с прогнозированием: при том же самом объеме информации, полу-

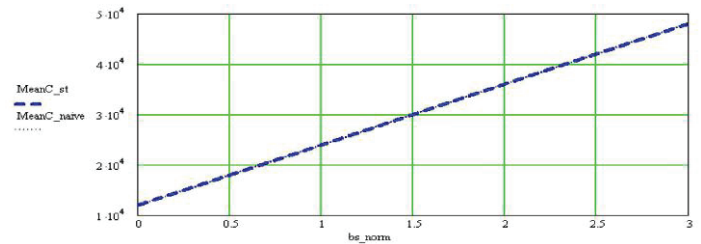


Рис. 7. Средняя пропускная способность (бит/с) канала от AC-2 до AC-3 для статического (MeanC_st) и динамического (MeanC_naive) принципов распределения пропускной способности с простым прогнозированием для ряда BC-10

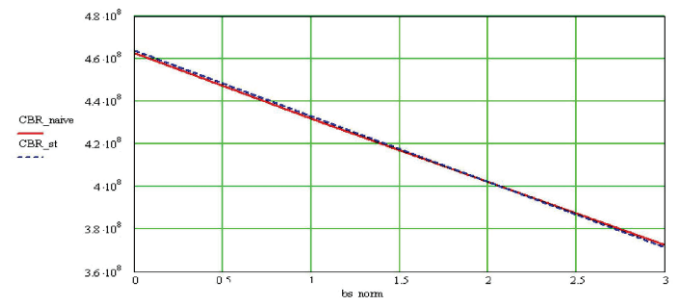


Рис. 8. Количество информации (байт), принятое AC-4 от источника AC-1 для статического (CBR_st) и динамического (CBR_naive) принципов распределения пропускной способности

ченной AC-4 от источника AC-1, потерь в самоподобном трафике заметно меньше (8-10%) при использовании принципа динамического распределения пропускной способности с прогнозированием. При этом параметр SNR-1, характеризующий джиттер, улучшается на 58%. Повышение общей эффективности системы обусловлено более эффективным распределением ее ресурсов. Проведенные расчеты качества информационного обмена согласно разработанного ранее метода оценки [2,5] подтверждают вывод о повышении общей эффективности системы.

Оценка качества и оценка изменения качества информационного обмена при использовании методов статического задания пропускной способности и повышения качества информационного обмена с прогнозированием в сложной инфокоммуникационной системе представлены на рис. 16 и 17.

Полученные результаты подтверждают, что качество информационного обмена в сложной инфокоммуникационной системе при применении метода повышения качества информационного обмена с прогнозированием

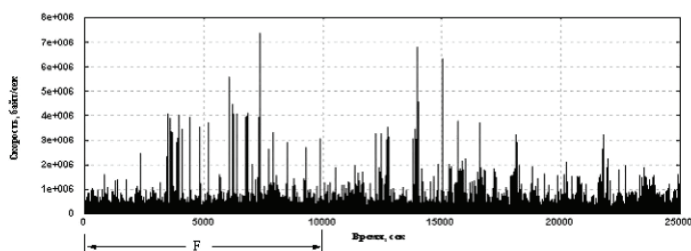


Рис. 9. Временной ряд Weth04_0.05.dat и исследуемый участок F

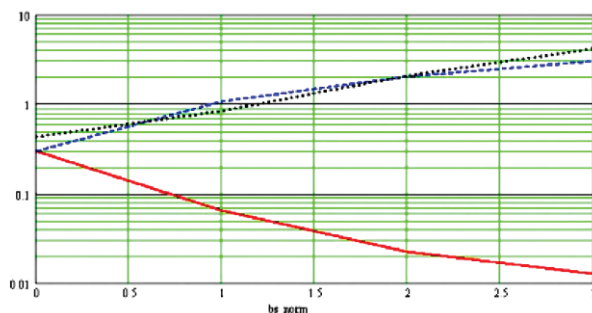


Рис. 12. Основные статистики, полученные в результате моделирования на ns-2 механизма динамического распределения пропускной способности с простым прогнозированием для ряда Weth04

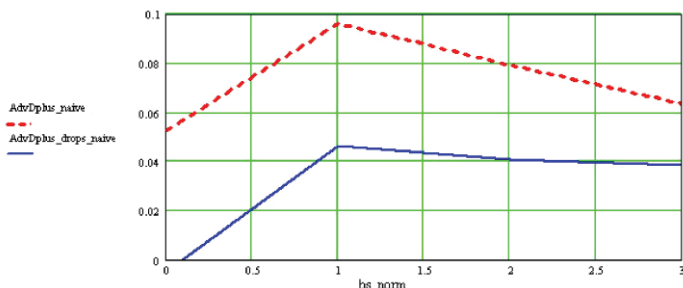


Рис. 10. Выигрыши в статистиках $Dplus$ и $Dplus_drops$ от применения метода повышения качества информационного обмена с простым предсказателем для ряда Weth04

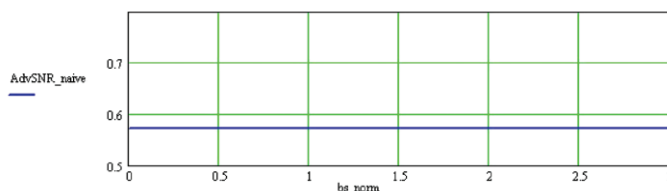


Рис. 13. Оценка изменения статистики SNR от применения метода с простым прогнозированием для ряда Weth04

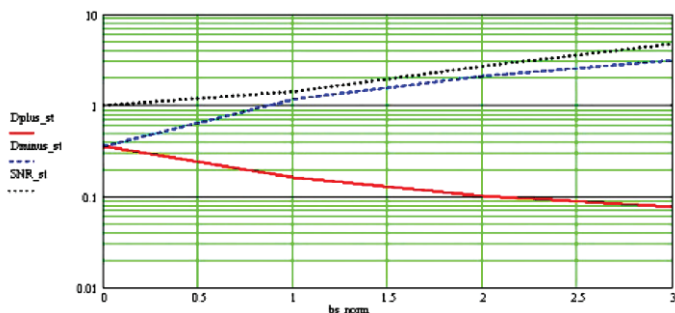


Рис. 11. Основные статистики, полученные в результате моделирования на ns-2 механизма статического распределения пропускной способности для ряда Weth04

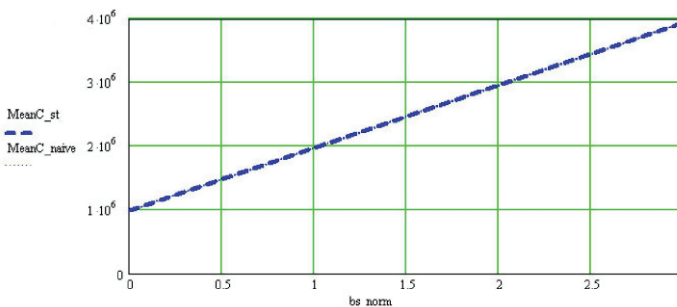


Рис. 14. Средняя пропускная способность (бит/с) канала от AC-2 до AC-3 для статического ($MeanC_st$) и динамического ($MeanC_naive$) принципов распределения пропускной способности с простым прогнозированием для ряда Weth04

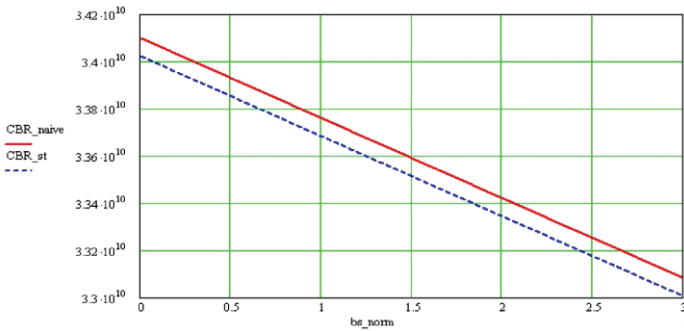


Рис. 15. Количество информации (байт), принятое на АС-4 от источника АС-1 для статического (CBR_st) и динамического (CBR_naive) принципов распределения пропускной способности с простым прогнозированием для ряда Weth04

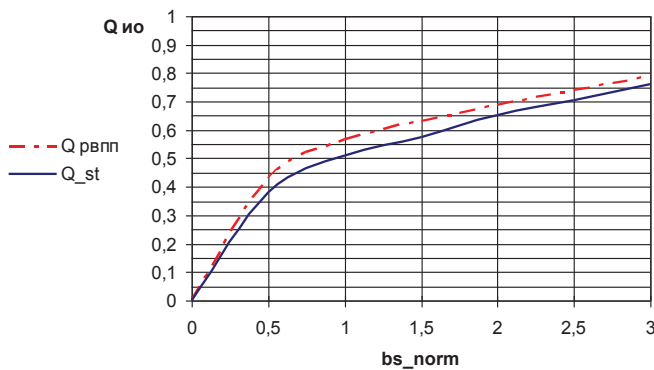


Рис. 16. Оценка качества информационного обмена при использовании методов статического задания пропускной способности и повышения качества информационного обмена с прогнозированием

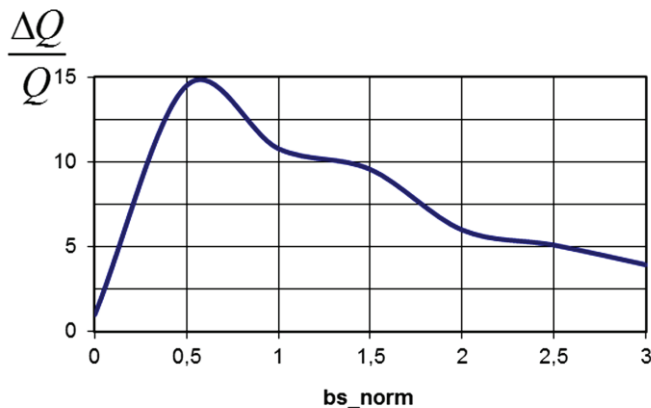


Рис. 17. Оценка изменения качества информационного обмена при использовании методов статического задания пропускной способности и повышения качества информационного обмена с прогнозированием

нием заметно выше (10-15 %) при том же самом объеме информации, полученной АС-4 от источника АС-1.

Применение метода повышения качества информационного обмена ограничивается случаями, когда возможно разделить трафик на две категории: приоритетный и не приоритетный, а также когда используется техника виртуальных каналов (в отличие от статистического мультиплексирования потоков). При этом если приоритетный трафик оказывается самоподобным и обладает высоким коэффициентом пачечности, то разработанный метод также будет эффективен. В противном случае его эффективность окажется не хуже эффективности метода статического распределения пропускной способности.

Литература

1. Легков, К.Е. О некоторых подходах к повышению эффективности системы управления в рамках изменения подхода к автоматизации и информации / К.Е. Легков // Мобильные телекоммуникации (Mobile Communications). – 2013. – № 7. – С. 48.
2. Легков, К.Е. Основные теоретические и прикладные проблемы технической основы системы управления специального назначения и основные направления создания инфокоммуникационной системы специального назначения / К.Е. Легков // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2013. – Т. 7, № 6. – С. 42–46.
3. Легков, К.Е. Процедуры и временные характеристики оперативного управления трафиком в транспортной сети специального назначения пакетной коммутации / К.Е. Легков // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2012. – Т. 6, № 6. – С. 22–26.
4. Легков, К.Е. Вероятность потери пакета в беспроводных сетях со случайным множественным доступом к среде передачи / К.Е. Легков, А.А. Донченко // Т-Comm: Теле-коммуникации и транспорт. – 2011. – Т. 5, № 5. – С. 32–33.
5. Легков, К.Е. Современные технологии беспроводного широкополосного доступа 802.16Е и LTE: перспективы внедрения на транспорте / К.Е. Легков, А.А. Донченко, В.В. Садовов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2010. – Т. 4, № 2. – С. 30–32.
6. Легков, К.Е. Беспроводные MESH сети специального назначения / К.Е. Легков, А.А. Донченко // Т-Comm: Теле-коммуникации и транспорт. – 2009. – Т. 3, № 3. – С. 36–37.
7. Легков, К.Е. Анализ систем передачи в сетях беспроводного доступа / К.Е. Легков, А.А. Донченко // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2009. – Т. 3, № 2. – С. 40–41

8. Легков, К.Е. Эффективные методы управления потоками в защищенных инфокоммуникационных сетях / А.Н. Буренин, К.Е. Легков // H&ES: Научно-технические технологии в космических исследованиях Земли. – 2010. – № 2. – С. 29-34.

9. Легков, К.Е. Модели процессов мониторинга при обеспечении оперативного контроля эксплуатации инфокоммуникационных сетей специального назначения / А.Н. Буренин, К.Е. Легков // H&ES: Научно-технические технологии

в космических исследованиях Земли. – 2011. – № 2. – С. 19-23.

10. Легков, К.Е. К вопросу моделирования организации информационной управляющей сети для системы управления современными инфокоммуникационными сетями / А.Н. Буренин, К.Е. Легков // H&ES: Научно-технические технологии в космических исследованиях Земли. – 2011. – № 1. – С. 22-25.

MODELING OF A TECHNIQUE OF AN ASSESSMENT OF CHANGE OF QUALITY OF INFORMATION EXCHANGE IN INFOCOMMUNICATION SYSTEM OF A SPECIAL PURPOSE

Legkov K., Ph.D, Military Space Academy,
e-mail:constl@mail.ru

Abstract

Now the infocommunication technologies given about degree of self-similarity of a traffic in which while in full gain ground are absent. In article original experiment on removal of realization of a traffic in a wireless segment of infocommunication system of the special purpose which subscribers are officials of forces of a special purpose is described, and also results of the analysis of structural features of this traffic are given. It is already known that self-similar structure the teletraffic practically in all wire networks possesses, similar effects in cellular telephone networks with switching of packages are also found. The conducted researches confirm existence of self-similar properties in a wireless segment of military infocommunication system. Self-similar properties prove in a traffic both on channel (Fast Ethernet), and on transport (TCP) levels. Having compared the results received in the real research to similar results for a traffic of wire networks it is possible to draw conclusions that, despite various principles of functioning of channel and physical levels, from the point of view of self-similar structure of fundamental differences between these types of a traffic isn't revealed. It allows to draw a conclusion on possibility of forecasting of a self-similar network traffic in military difficult infocommunication systems.

After realization of a method of an assessment of quality of the information exchange which has been in detail described in the previous articles of the author, and obtaining values of indicators of quality with application of the developed program, at discrepancy of value demanded, it is necessary to solve a private problem which is solved with use of a method of improvement of quality of information exchange. The carried-out calculations of quality of information exchange it agrees developed before an assessment method by means of the program confirm a conclusion about increase of overall effectiveness of system. The received results confirm that quality of information exchange in difficult infocommunication system of a special purpose at application of a method of improvement of quality of information exchange with forecasting is much higher (10-15%) at the same volume of information received and given subscribers of system. The materials allowing in a certain measure to meet a lack according to problems and the main ways of their permission in the field of

the organization of management of modern infocommunication systems are presented to compliance with it in article, created of various systems and communication networks.

Keywords: traffic, information exchange, wireless segment, infocommunication system, technique.

References

1. Legkov, K 2013, 'About some approaches to increase of system effectiveness of control within change of approach to automation and information', Mobile telecommunications (Mobile Communications), no. 7, p. 48.
2. Legkov, K 2013, 'Main theoretical and application-oriented problems of a technical basis of management system of a special purpose and main directions of creation of infocommunication system of special assignment', T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 7, no. 6, pp. 42-46.
3. Legkov, K 2012, 'Procedures and time response characteristics of operational management of traffic on the transport network of a special purpose of package switching', T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 6, no. 6, pp. 22-26.
4. Legkov, K & Donchenko, A 2011, 'Veroyatnost of loss of a packet on the wireless networks with accidental multiple access to the environment transmission', T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 5, no. 5, pp. 32-33.
5. Legkov, K & Donchenko, A & Sadovov, V 2010, 'The modern technologies of broadband wireless access 802.16E and LTE: implementation perspectives on transport', T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 4, no. 2, pp. 30-32.
6. Legkov, K & Donchenko, A 2009, 'Wireless MESH networks of a special purpose', T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 3, no. 3, pp. 36-37.
7. Legkov, K & Donchenko, A 2009, 'The analysis of transmission systems on networks of wireless access', T-Comm: Telecommunications and transport, vol. 3, no. 2, pp. 40-41.
8. Burenin, A & Legkov, K 2010, 'Effective methods of control over streams in protected infokommunikatsionny networks', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol.2, no.2, pp. 29-34.
9. Burenin, A & Legkov, K 2011, 'Model of monitoring processes when ensuring operative control of operation of infokommunikatsionny networks of special purpose', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol. 3, no. 2, pp. 19-23.
10. Burenin, A & Legkov, K 2011, 'To a question of modeling of the organization of the information managing director of a network for a control system of modern infokommunikatsionny networks', H&ES: High technologies in space researches of Earth, vol. 3, no. 1, pp. 22-25.

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СЕТЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДОМЕННЫХ ИМЕН

Синюк А.Д., д.т.н.,
Военная академия связи,
eentrop@rambler.ru

Остроумов О.А.,
Военная академия связи,
oleg-26stav@mail.ru

Ключевые слова:

аудит, управление безопасностью,
информационная безопасность,
мониторинг безопасности, аудит
безопасности, DNS, система доменных
имен.

АННОТАЦИЯ

Одним из главных направлений обеспечения информационной безопасности систем связи, использующих для защиты информации криптографические методы, является эффективное решение задачи формирования, распределения и доставки ключей корреспондентам. Традиционно эта задача решается с использованием защищенных телекоммуникаций, что достаточно дорого, не всегда целесообразно, не оперативно и не всегда возможно.

Работа посвящена установлению криптографической связности сети с минимальным числом корреспондентов. Использование общеизвестного метода Диффи – Хелмана достаточно затруднительно, т.к. он работает в условиях безошибочного приема сигналов и ориентирован на двух участников информационного обмена. Кроме этого, передача и прием информации по реальным каналам происходит в условиях наличия ошибок. Предлагается метод формирования сетевого ключа по открытым каналам связи с ошибками, для которого остается открытой проблема построения адекватной модели нарушителя.

В работе определяется необходимость выработки сетевого ключа в ходе выполнения протокола формирования ключа таким образом, чтобы нарушитель не обладал необходимыми знаниями, позволяющими ему получить копию сетевого ключа. Задача нарушителя состоит в получении одинакового с корреспондентами ключа. Для оценки этой задачи определяется нижняя вероятностная граница минимального объема списка (трудоемкости) поиска ключа нарушителем как основного параметра безопасности формирования сетевого ключа на основе оценки его полной информации. Представлена формула для расчета общей информации нарушителя о сетевом ключе.

Научной новизной обладает предложенный авторами оригинальный подход оценки информации нарушителя о процессе формирования сетевого ключа. Научной новизной заключается в предложенном оригинальном подходе оценки информации нарушителя о процессе формирования сетевого ключа.

Дальнейшая работа в этом направлении это оценка, помимо основного параметра безопасности формирования ключа — объем перебираемого нарушителем списка, дополнительного параметра — вероятности попадания ключа в переборный список.

По мнению авторов, материалы работы будут интересны специалистам, интересующимся проблемой безопасности связи в системах специального назначения.

Введение

Значение информации в современном мире имеет тенденцию к увеличению. Однако не вся информация является доступной. Особо важная, критичная информация подлежит защите на всех этапах ее жизненного цикла. Особенно уязвимым представляется процесс передачи конфиденциальной информации по телекоммуникационным системам ввиду доступности каналов связи нарушителю. Существует необходимость криптографического закрытия информационного обмена внутри сети связи с минимальным числом корреспондентов (СМЧК). Криптографические методы защиты информации основаны на знании корреспондентами секретного ключа, который может стать известным нарушителю. Доставка нового ключа не всегда представляется возможной, целесообразной и требует достаточно больших организационных, материальных и временных затрат. Это актуализирует необходимость решения задачи формирования ключа СМЧК по открытым каналам связи. Постановка задачи сводится к следующему. Цель корреспондентов состоит в том, чтобы выработать сетевой ключ (СК) таким образом, чтобы нарушитель не обладал необходимыми знаниями, позволяющими ему получить его копию. Задача нарушителя состоит в получении одинакового с корреспондентами ключа с целью чтения зашифрованных сообщений. Любые предположения о возможностях нарушителя подлежат серьезной критике ввиду неполного знания о нем. Определяется нижняя граница трудоемкости поиска нарушителем открытоформируемого ключа СМЧК на основе предлагаемой оценки информации нарушителя о процессе формирования ключа СМЧК по открытым каналам связи, которая не может быть увеличена в ходе обработки информации [3]. Нижняя граница трудоемкости нарушителя выступает в роли основного параметра безопасности формирования ключа СМЧК.

Реализация протокола заключается в следующем. Современные криптосистемы построены по принципу Керкхоффа [6] согласно которому полное знание нарушителя включает, кроме информации полученной с помощью перехвата, полную информацию о порядке взаимодействия корреспондентов СМЧК и формировании СК. Формирование СК можно разделить на три основных этапа. Описание протокола представлено в [7].

Оценка количества информации Шеннона, получаемого нарушителем о сформированном корреспондентами сети связи ключе

Для обеспечения малого количества информации нарушителя о СК в предлагаемом протоколе формирования СК используют ПАСС. С вероятностью близкой к единице и равной $1 - P\varepsilon$ происходит событие, когда ин-

формация нарушителя о СК не превысит определенной малой величины I_0 . ИП длиной $L-U$ двоичных символов отображается при сжатии в последовательность K_A длиной T двоичных символов формируемого СК первого корреспондента СМЧК, первая ДП длиной $L-U$ двоичных символов отображается в последовательность K_{1B} длиной T двоичных символов формируемого СК второго корреспондента СМЧК, вторая ДП длиной $L-U$ двоичных символов отображается в последовательность K_{2B} длиной T двоичных символов формируемого СК третьего корреспондента СМЧК. Предполагается, что нарушитель имеет полную информацию о простом алгоритме сжатия символов (ПАСС).

Информация Шеннона определяется через энтропию на символ в канале перехвата описываемого моделью ДСК с вероятностью ошибки на двоичный символ p_w , которая характеризует неопределенность нарушителя о СК, при знании нарушителем информации полученной с помощью перехвата, полной информации об алгоритме взаимодействия законных корреспондентов СМЧК и процессе формирования ключа. Энтропия Шеннона равна:

$$H_{ДСК} = -p_w \log_2\{p_w\} - (1 - p_w) \log_2\{1 - p_w\}.$$

Тогда информация Шеннона I , полученная нарушителем при наблюдении последовательностей ПРП длиной $L-U$ символов, определяется выражением:

$$I = (L - U) \cdot (1 - (-p_w \log_2\{p_w\} - (1 - p_w) \log_2\{1 - p_w\})). \quad (1)$$

При устранении несовпадений (ошибок) в первой и второй ПРП второго и третьего корреспондентов СМЧК, когда от первого корреспондента передают второму и третьему корреспондентам соответственно по прямым каналам связи без ошибок блок проверочных символов кодированной ИП длиной $Y(N-K)$ двоичных символов, нарушитель получает дополнительную информацию Шеннона о СК. Дополнительная информация Шеннона, полученная нарушителем за счет кодирования ИП $I_{\text{Ркод}}$ равна $I_{\text{код}} = Y(N-K)$. Тогда общее количество информации Шеннона, поступающее к нарушителю равно

$$I_{\text{общ}} = I + Y(N - K). \quad (2)$$

Оценка информации Шеннона нарушителя после формирования исходной и предварительных последовательностей корреспондентами СМЧК. Количество информации Шеннона, получаемое нарушителем о сформированном корреспондентами СМЧК СК больше ограничения $I_{\text{общ}}$ с малой вероятностью сбоя $P\varepsilon$. При использовании корреспондентами кода с повторениями энтропия Шеннона и вероятность $P\varepsilon$ определяются более

сложными соотношениями описанными в [5], причем энтропия Шеннона не зависит от выбранного нарушителем правила обработки перехваченных сообщений. Определение информации Шеннона и вероятности $P_{\mathcal{E}}$ при одновременном формировании СК для СМЧК требует рассмотрения всех процедур, связанных с одновременной передачей информации по каналам связи с ошибками, к которым относятся: генерирование и передача ИП первого корреспондента СМЧК второму и третьему корреспондентам СМЧК. Оценка информации Шеннона производится с учетом результатов оценок вероятности ошибок в ПРП корреспондентов СМЧК [7]. С учетом [7] получим:

$$P_{ac} = ((1 - p_{m1})^{M+1} + p_{m1}^{M+1})((1 - p_{m2})^{M+1} + p_{m2}^{M+1}) \quad (3)$$

$$\tilde{p}_{m1} = \frac{p_{m1}^{M+1}}{((1 - p_{m1})^{M+1} + p_{m1}^{M+1})}$$

$$\tilde{p}_{m2} = \frac{p_{m2}^{M+1}}{p_{m2}^{M+1} + (1 - p_{m2})^{M+1}}$$

Рассмотрим ситуацию у нарушителя, при наблюдении им зашумленной последовательности блоков длиной по $M+1$ двоичных символов. Обозначим через $|z|$ вес Хемминга [2] блока z длиной $M+1$ двоичных символов, полученного нарушителем. Легко показать, что совместная вероятность событий $|z| = d$ и события, что этот блок принят вторым и третьим корреспондентами, при условии передачи первым корреспондентом СМЧК информационного символа равного 0 равно

$$P\left(|z| = d, \text{принят 2 и 3 КСС} \middle/ x = 0\right) = \gamma_{000}^{M+1-d} \gamma_{001}^d + \gamma_{010}^{M+1-d} \gamma_{011}^d + \gamma_{100}^{M+1-d} \gamma_{101}^d + \gamma_{110}^{M+1-d} \gamma_{111}^d \quad (4)$$

где γ_{ijk} – совместная вероятность событий, при которых информационный символ $x = 0$ посланный первым корреспондентом СМЧК получен вторым корреспондентом СМЧК, как i , причем $i \in \{0, 1\}$, третьим корреспондентом СМЧК, как j , причем $j \in \{0, 1\}$, и нарушителем, как k , причем $k \in \{0, 1\}$, где:

$$\begin{aligned} \gamma_{000} &= (1 - p_{m1})(1 - p_{m2})(1 - p_w), \\ \gamma_{001} &= (1 - p_{m1})(1 - p_{m2})p_w, \\ \gamma_{010} &= (1 - p_{m1})p_{m2}(1 - p_w), \\ \gamma_{011} &= (1 - p_{m1})p_{m2}p_w, \\ \gamma_{100} &= p_{m1}(1 - p_{m2})(1 - p_w), \\ \gamma_{101} &= p_{m1}(1 - p_{m2})p_w, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \gamma_{110} &= p_{m1}p_{m2}(1 - p_w), \\ \gamma_{111} &= p_{m1}p_{m2}p_w. \end{aligned}$$

Аналогично, для случая когда $x = 1$ определяем:

$$P\left(|z| = d, \text{принят 2 и 3 КСС} \middle/ x = 1\right) = \beta_{000}^{M+1-d} \beta_{001}^d + \beta_{010}^{M+1-d} \beta_{011}^d + \beta_{100}^{M+1-d} \beta_{101}^d + \beta_{110}^{M+1-d} \beta_{111}^d,$$

где

$$\begin{aligned} \beta_{000} &= p_{m1}p_{m2}p_w, \\ \beta_{001} &= p_{m1}p_{m2}(1 - p_w), \\ \beta_{010} &= p_{m1}(1 - p_{m2})p_w, \\ \beta_{011} &= p_{m1}(1 - p_{m2})(1 - p_w), \\ \beta_{100} &= (1 - p_{m1})p_{m2}p_w, \\ \beta_{101} &= (1 - p_{m1})p_{m2}(1 - p_w), \\ \beta_{110} &= (1 - p_{m1})(1 - p_{m2})p_w, \\ \beta_{111} &= (1 - p_{m1})(1 - p_{m2})(1 - p_w). \end{aligned}$$

Заменяя (5) в (4) с учетом (3), после выноса общих множителей за скобки и выполнения сокращений, получаем вероятность приема нарушителем слова z с весом Хемминга $|z| = d$ при условии, что на вход канала перехвата поступил символ $x = 0$ и второй и третий корреспонденты СМЧК приняли кодовое слово:

$$P\left(|z| = d \middle/ x = 0, \text{принят 2 и 3 КСС}\right) = p_w^d (1 - p_w)^{M+1-d}, \quad (6)$$

Аналогично, как для (6), получаем вероятность приема нарушителем слова z с весом Хемминга $|z| = d$ при условии, что на вход канала перехвата поступил символ $x = 1$ и второй и третий корреспонденты СМЧК приняли кодовое слово:

$$P\left(|z| = d \middle/ x = 1, \text{принят 2 и 3 КСС}\right) = p_w^{M+1-d} (1 - p_w)^d.$$

Используя теорему Байеса [8] и учитывая равномерный закон распределения вероятностей двоичных символов ИП, получаем вероятности передачи символов $x = 0$, при условии, что нарушитель принял блок $|z| = d$,

$$P\left(x = 0 \middle/ |z| = d, \text{принят 2 и 3 КСС}\right) = \frac{p_w^d (1 - p_w)^{M+1-d}}{p_w^d (1 - p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d} (1 - p_w)^d} \quad (7)$$

или $x = 1$, при условии, что нарушитель принял блок $|z| = d$,

$$P\left(x=1/z \mid |z|=d, \text{принят 2и3КСС}\right) = \frac{p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d}{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d}. \quad (8)$$

Вероятность приема нарушителем любого блока Z веса Хемминга $|z|=d$

$$P(d) = P\left(|z|=d / \text{принят 2и3КСС}\right) = \frac{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d}{2}. \quad (9)$$

Относительное знание нарушителем ИП длиной $L-U$ представляется его знанием относительно весов Хемминга d_1, d_2, \dots, d_{L-U} соответствующих блоков кода с повторениями длиной $M+1$ символов. Для ПРП нарушителя энтропия Шеннона H равна:

$$H = H(d_1, d_2, \dots, d_{L-U}) = -\sum_{i=1}^{L-U} \log_2 \left\{ \frac{(p_w^{d_i}(1-p_w)^{M+1-d_i})^2 + (p_w^{M+1-d_i}(1-p_w)^{d_i})^2}{(p_w^{d_i}(1-p_w)^{M+1-d_i} + p_w^{M+1-d_i}(1-p_w)^{d_i})^2} \right\}$$

Весы d_1, d_2, \dots, d_{L-U} являются случайными величинами и энтропия Шеннона, полученная нарушителем, также является случайной величиной. Вероятность $P\varepsilon$ — вероятность того, что сумма случайных величин энтропии Шеннона символов ИП будет меньше значения $(H_0 - \varepsilon)(L-U)$, где H_0 — средняя энтропия Шеннона на принятый блок повторения длиной $M+1$, ε — малая величина, определяющая значение $P\varepsilon$ ($\varepsilon = \bar{k}R_0$, где $0 < \bar{k} < 1$). Используя границу Чернова [4], $P\varepsilon$ определяется

$$P\varepsilon = P\{H \leq (L-U)(H_0 - \varepsilon)\} \leq \left[\sum_{d=0}^{M+1} \binom{M+1}{d} P(d) \exp\{\sigma [H(d) - (R_0 - \varepsilon)]\} \right]^{L-U},$$

где

$$H(d) = -\frac{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d}}{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d} \log_2 \left\{ \frac{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d}}{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d} \right\} - \frac{p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d}{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d} \log_2 \left\{ \frac{p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d}{p_w^d(1-p_w)^{M+1-d} + p_w^{M+1-d}(1-p_w)^d} \right\}$$

— энтропия Шеннона (см. выражения (7) и (8)) на принятый нарушителем блок кода с повторениями длиной $M+1$ с весом Хемминга d и $P(d)$ — определяемая согласно выражения (9) вероятность приема нарушителем по каналу перехвата блока кода с повторениями длиной $M+1$ и весом Хемминга d , H_0 определяется:

$$H_0 = \sum_{d=0}^{M+1} \binom{M+1}{d} P(d) H(d).$$

Оптимальный параметр σ может быть найден из решения уравнения:

$$H_0 - \varepsilon = \frac{\sum_{d=0}^{M+1} \binom{M+1}{d} P(d) H(d) \exp\{\sigma H(d)\}}{\sum_{d=0}^{M+1} \binom{M+1}{d} P(d) \exp\{\sigma H(d)\}}.$$

Тогда информация Шеннона I в выражении (12) при использовании корреспондентами кода с повторениями, может быть определена из выражения:

$$I = (L-U)(1 - (H_0 - \varepsilon)). \quad (10)$$

2.3.2. Оценка информации Шеннона нарушителя о сформированном ключе. Анализ протокола формирования ключа показывает, что формирование битов КЛП (ИП и ДП) корреспондентов СМЧК производится независимо друг от друга. Сделаем предположение, что передача первым корреспондентом ИП длиной $L-U$ бит корреспондентам СМЧК производится по «виртуальным» первому и второму каналам связи с ошибками описываемым моделями ДСК и соответственно нарушитель получает информацию Шеннона I_v о ИП по «виртуальному» каналу перехвата (ВКП), описываемую моделью ДСК. Пусть информация Шеннона I_v равна общему количеству информации Шеннона $I_{общ}$, поступающему к нарушителю определенному согласно (2):

$$I_{общ} = I_v. \quad (11)$$

Найдем среднюю неопределенность ВКП H_v в расчете на бит ИП с учетом (10) и (11) получаем:

$$H_v = \frac{L-U - (I + Y(N-K))}{L-U} = H_0 - \varepsilon - \frac{Y(N-K)}{L-U}.$$

Найдем вероятность ошибки ВКП p из решения уравнения: $h(p) = H_v$,

где $h(p) = -p \log_2 \{p\} - (1-p) \log_2 \{1-p\}$ — энтропийная функция ДСК [1, 2].

Тогда ВКП описывается моделью ДСК $\{X, Y, p(y/x)\}$, где X — входной алфавит ДСК, причем $X \in \{0,1\}$, и Y — выходной алфавит ДСК, причем $Y \in \{0,1\}$, $p(y/x)$ — вероятность перехода бита x на входе ДСК в бит y на выходе ДСК.

Пусть блок ИП длиной v бит сгенерирован первым корреспондентом СМЧК, причем длина блока v определяется в [7] и равна $v = \frac{L-U}{T}$.

Где T — требуемая длина формируемого СК, причем $T \geq 64$.

Вероятность генерирования бита x блока ИП о распределена по равномерному закону:

$$p(x=0) = p(x=1) = p(x) = 2^{-1}.$$

Обозначим блок ИП длиной ν через \bar{x} , причем $\bar{x} \in X^\nu$. Тогда вероятность получения блока ИП \bar{x} длиной ν бит равна

$$p(\bar{x}) = 2^{-\nu}. \quad (12)$$

Блок \bar{x} по весу Хемминга может быть четного или нечетного веса. Множество X^ν с мощностью: $|X^\nu| = 2^\nu$ разделяется на 2 подмножества — A и \bar{A} , где A — подмножество последовательностей X^ν с четным весом Хемминга и \bar{A} — подмножество последовательностей X^ν с нечетным весом Хемминга. Тогда $A + \bar{A} = X^\nu$.

Мощность подмножеств одинакова и равна $|A| = |\bar{A}| = 2^{\nu-1}$.

Вероятность события когда $\bar{x} \in A$ (вероятность множества A) равна

$$p(\bar{x} \in A) = p(A) = \sum_{\bar{x} \in A} p(\bar{x}) = \sum_{i=1}^{2^{\nu-1}} 2^{-\nu} = 2^{\nu-1} 2^{-\nu} = 2^{-1}.$$

Аналогично вероятность события когда $\bar{x} \in \bar{A}$ (вероятность множества \bar{A}) равна

$$p(\bar{x} \in \bar{A}) = p(\bar{A}) = 2^{-1}.$$

Для обеспечения малого количества информации нарушителя о СК корреспонденты СМЧК используют ПАСС с параметром ν . Тогда двоичный бит СК kk однозначно определяется распределением вероятностей $p(\bar{x} \in A)$ и $p(\bar{x} \in \bar{A}) = 1 - p(\bar{x} \in A)$.

Для обеспечения малого количества информации нарушителя о СК корреспонденты СМЧК используют простой алгоритм сжатия символов с параметром длины сжимаемого блока бит КЛП ν . Тогда двоичный бит СК kk , причем ансамбль $KK = \{0,1\}$, однозначно определяется распределением вероятностей $p(\bar{x} \in A)$ и $p(\bar{x} \in \bar{A}) = 1 - p(\bar{x} \in A)$ т.к. для формирования СК корреспонденты СМЧК выделяют из своих КЛП T соответствующих блоков бит длины ν , где блоки с нечетным числом символов «1» сжимаются (символы блока суммируются по модулю 2) в символ «1», а последовательности длины ν с четным числом «1» сжимаются в символ «0». После чего формируют СК путем объединения

полученных «сжатых» однобитовых образов ν битовых блоков КЛП в СК на сторонах всех корреспондентов СМЧК. Сформированный ключ KKK принадлежит ансамблю KK^T . Знания нарушителя о двоичном символе СК kk определяются полученной на выходе канала перехвате (КП) последовательности \bar{z} , причем $\bar{z} \in Z^\nu$. Кроме этого, ему известен вес Хемминга \bar{z} . Для определения kk нарушителю необходимо устранить неопределенность относительно принадлежности $\bar{x} \in A$ или $\bar{x} \in \bar{A}$. С учетом того, что $X^\nu = Z^\nu$ и принадлежности принятой \bar{z} к A или \bar{A} неопределенность нарушителя сводится к определению принадлежности веса Хемминга вектора ошибок ДСК перехвата \bar{e} к четному подмножеству A или \bar{A} , причем $E = \{0,1\}$ и $\bar{e} \in E^\nu = X^\nu = Z^\nu$.

Обозначим через \bar{z}_q^0 принятую нарушителем последовательность четного веса Хемминга q и через \bar{z}_f^1 принятую нарушителем последовательность нечетного веса Хемминга f . Обозначим через \bar{x}_s^0 переданную первым корреспондентом последовательность блока ИП четного веса Хемминга s и через \bar{x}_m^1 переданную первым корреспондентом последовательность блока ИП нечетного веса Хемминга m . Тогда

$$p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}_m^1}\right) = p\left(\frac{\bar{x}_m^1 \oplus \bar{e}^i}{\bar{x}_m^1}\right) = p^i (1-p)^{\nu-i}, \quad (13)$$

где \oplus — поразрядное суммирование по модулю 2, i — четный вес Хемминга вектора ошибок \bar{e} [1,2], причем $0 \leq i \leq \nu$.

$$p\left(\frac{\bar{z}_q^0}{\bar{x}_s^0}\right) = p\left(\frac{\bar{x}_s^0 \oplus \bar{e}^c}{\bar{x}_s^0}\right) = p^c (1-p)^{\nu-c}, \quad (14)$$

где c — четный вес Хемминга вектора ошибок \bar{e} , причем $0 \leq c \leq \nu$.

$$p\left(\frac{\bar{z}_q^0}{\bar{x}_m^1}\right) = p\left(\frac{\bar{x}_m^1 \oplus \bar{e}^r}{\bar{x}_m^1}\right) = p^r (1-p)^{\nu-r}, \quad (15)$$

где r — нечетный вес Хемминга вектора ошибок \bar{e} , причем $0 \leq r \leq \nu$.

$$p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}_s^0}\right) = p\left(\frac{\bar{x}_s^0 \oplus \bar{e}^d}{\bar{x}_s^0}\right) = p^d (1-p)^{\nu-d}, \quad (16)$$

где d — нечетный вес Хемминга вектора ошибок \bar{e} , причем $0 \leq d \leq \nu$.

Совместная вероятность с учетом (12) и (13) равна:

$$p(\bar{z}_f^1, \bar{x}_m^1) = p(\bar{x}_m^1) p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}_m^1}\right) = 2^{-v} p^i (1-p)^{v-i}. \quad (17)$$

Аналогично из (14)-(17) получаем

$$p(\bar{z}_q^0, \bar{x}_s^0) = p(\bar{x}_s^0) p\left(\frac{\bar{z}_q^0}{\bar{x}_s^0}\right) = 2^{-v} p^c (1-p)^{v-c}. \quad (18)$$

$$p(\bar{z}_q^0, \bar{x}_m^1) = p(\bar{x}_m^1) p\left(\frac{\bar{z}_q^0}{\bar{x}_m^1}\right) = 2^{-v} p^r (1-p)^{v-r}. \quad (19)$$

$$p(\bar{z}_f^1, \bar{x}_s^0) = p(\bar{x}_s^0) p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}_s^0}\right) = 2^{-v} p^d (1-p)^{v-d}. \quad (20)$$

Найдем вероятность вектора ошибок четного веса Хемминга $\bar{e} \in A$:

$$p(\bar{e} \in A) = \sum_{i=0}^{\lfloor \frac{v}{2} \rfloor} C_{2i}^v p^{2i} (1-p)^{v-2i},$$

где $\lceil dd \rceil$ – максимальное целое число не превышающее dd .

Аналогично вероятность события, при котором при передаче по КП произошел вектор ошибок нечетного веса Хемминга, т.е. $\bar{e} \in \bar{A}$:

$$p(\bar{e} \in \bar{A}) = \sum_{i=0}^{\lfloor \frac{v-1}{2} \rfloor} C_{2i+1}^v p^{2i+1} (1-p)^{v-(2i+1)}.$$

Из (17) найдем вероятность:

$$p(\bar{z}_f^1, \bar{x} \in \bar{A}) = \sum_{\bar{x} \in \bar{A}} p(\bar{z}_f^1, \bar{x}) = \sum_{\bar{x} \in \bar{A}} p(\bar{x}) p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}}\right) = 2^{-v} p(\bar{e} \in A). \quad (21)$$

Подобным образом из (18)-(20) найдем вероятности:

$$p(\bar{z}_q^0, \bar{x} \in A) = \sum_{\bar{x} \in A} p(\bar{z}_q^0, \bar{x}) = \sum_{\bar{x} \in A} p(\bar{x}) p\left(\frac{\bar{z}_q^0}{\bar{x}}\right) = 2^{-v} p(\bar{e} \in A).$$

$$p(\bar{z}_q^0, \bar{x} \in \bar{A}) = \sum_{\bar{x} \in \bar{A}} p(\bar{z}_q^0, \bar{x}) = \sum_{\bar{x} \in \bar{A}} p(\bar{x}) p\left(\frac{\bar{z}_q^0}{\bar{x}}\right) = 2^{-v} p(\bar{e} \in \bar{A}).$$

$$p(\bar{z}_f^1, \bar{x} \in A) = \sum_{\bar{x} \in A} p(\bar{z}_f^1, \bar{x}) = \sum_{\bar{x} \in A} p(\bar{x}) p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}}\right) = 2^{-v} p(\bar{e} \in \bar{A}).$$

Найдем вероятность $p(\bar{z}_f^1)$:

$$p(\bar{z}_f^1) = \sum_{\bar{x} \in X^v} p(\bar{z}_f^1, \bar{x}) = \sum_{\bar{x} \in X^v} p(\bar{x}) p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}}\right) = \quad (22)$$

$$2^{-v} \sum_{\bar{x} \in X^v} p\left(\frac{\bar{z}_f^1}{\bar{x}}\right) = 2^{-v} \cdot 1 = 2^{-v}$$

Анализ (22) показывает, что

$$p(\bar{z}_f^1) = p(\bar{z}_q^0) = p(\bar{z}) = 2^{-v}. \quad (23)$$

Тогда используя (21) и (23), а также формулу Байеса найдем вероятность:

$$p\left(\bar{x} \in \bar{A} / \frac{\bar{z}_f^1}{\bar{z}_f^1}\right) = \frac{p(\bar{z}_f^1, \bar{x} \in \bar{A})}{p(\bar{z}_f^1)} = \frac{2^{-v} p(\bar{e} \in A)}{2^{-v}} = p(\bar{e} \in A).$$

Аналогично найдем другие вероятности

$$p\left(\bar{x} \in A / \frac{\bar{z}_q^0}{\bar{z}_q^0}\right) = p(\bar{e} \in A).$$

$$p\left(\bar{x} \in \bar{A} / \frac{\bar{z}_q^0}{\bar{z}_q^0}\right) = p(\bar{e} \in \bar{A}).$$

$$p\left(\bar{x} \in A / \frac{\bar{z}_f^1}{\bar{z}_f^1}\right) = p(\bar{e} \in \bar{A}).$$

Энтропия Шеннона блока \bar{z}_f^1 определяется из выражения

$$H(\bar{z}_f^1) = -p\left(\bar{x} \in \bar{A} / \frac{\bar{z}_f^1}{\bar{z}_f^1}\right) \log_2 \left\{ p\left(\bar{x} \in \bar{A} / \frac{\bar{z}_f^1}{\bar{z}_f^1}\right) \right\} - p\left(\bar{x} \in A / \frac{\bar{z}_f^1}{\bar{z}_f^1}\right) \log_2 \left\{ p\left(\bar{x} \in A / \frac{\bar{z}_f^1}{\bar{z}_f^1}\right) \right\} = \quad (24)$$

$$= -p(\bar{e} \in A) \log_2 \{p(\bar{e} \in A)\} - p(\bar{e} \in \bar{A}) \log_2 \{p(\bar{e} \in \bar{A})\}.$$

Аналогично энтропия Шеннона блока \bar{z}_q^0 определяется из выражения

$$H(\bar{z}_q^0) = -p\left(\bar{x} \in A / \frac{\bar{z}_q^0}{\bar{z}_q^0}\right) \log_2 \left\{ p\left(\bar{x} \in A / \frac{\bar{z}_q^0}{\bar{z}_q^0}\right) \right\} - p\left(\bar{x} \in \bar{A} / \frac{\bar{z}_q^0}{\bar{z}_q^0}\right) \log_2 \left\{ p\left(\bar{x} \in \bar{A} / \frac{\bar{z}_q^0}{\bar{z}_q^0}\right) \right\} = \quad (25)$$

$$= -p(\bar{e} \in A) \log_2 \{p(\bar{e} \in A)\} - p(\bar{e} \in \bar{A}) \log_2 \{p(\bar{e} \in \bar{A})\}.$$

Анализ (24) и (25) показывает, что $H(\bar{z}_f^1) = H(\bar{z}_q^0) = H(\bar{z})$.

Тогда общее выражение для неопределенности нарушителя относительно бита СК может быть записано в виде:

$$H\left(\frac{KK}{Z^v}\right) = \sum_{\bar{z} \in Z^v} p(\bar{z}) H(\bar{z}) = 2^{-v} H(\bar{z}) \sum_{b=1}^{2^v} 1 = 2^{-v} 2^v H(\bar{z}) = H(\bar{z}) =$$

$$= -p(\bar{e} \in A) \log_2 \{p(\bar{e} \in A)\} - p(\bar{e} \in \bar{A}) \log_2 \{p(\bar{e} \in \bar{A})\} =$$

$$= -\sum_{i=0}^{\lfloor \frac{v}{2} \rfloor} C_{2i}^v p^{2i} (1-p)^{v-2i} \log_2 \left\{ \sum_{i=0}^{\lfloor \frac{v}{2} \rfloor} C_{2i}^v p^{2i} (1-p)^{v-2i} \right\} -$$

$$- \sum_{i=0}^{\lfloor \frac{v-1}{2} \rfloor} C_{2i+1}^v p^{2i+1} (1-p)^{v-(2i+1)} \log_2 \left\{ \sum_{i=0}^{\lfloor \frac{v-1}{2} \rfloor} C_{2i+1}^v p^{2i+1} (1-p)^{v-(2i+1)} \right\}.$$

Информация противника о двоичном символе СК определяется из выражения:

$$I(KK; Z^v) = H(KK) - H\left(\frac{KK}{Z^v}\right) = 1 - H\left(\frac{KK}{Z^v}\right).$$

Общая информация нарушителя о СК определяется из выражения:

$$I(KK^T; Z^{L-U}) = T \cdot I(KK; Z^v).$$

Вывод

Исследования протокола формирования СК по открытым каналам связи показали полезность для нарушителя знания полной информации о ключе, которая включает информацию, полученную с помощью перехвата, информацию о порядке взаимодействия корреспондентов СМЧК и формировании СК. Необходимо выработать СК таким образом, чтобы нарушитель не мог получить его за промежуток времени не устаревания закрытой информации. Для этого определена нижняя вероятностная граница минимального объема списка (трудоемкости) поиска ключа нарушителем как основного параметра безопасности формирования СК на ос-

нове оценки его полной информации.

Литература

1. Берлекэмп Э. Алгебраическая теория кодирования. - М: Мир, 1971. - С. 11.
2. Блейхут Р. Теория и практика кодов контролирующей ошибки. - М: Мир, 1986 - С. 61.
3. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь. - М: Советское радио, 1974. - 720 с.
4. Коржик В.И., Финк Л.М., Щелкунов К.Н. Расчет помехоустойчивости систем передачи дискретных сообщений. - М: Радио и связь, 1981. - 231 с.
5. Коржик В.И., Яковлева В.А., Синюк А.Д. Протокол выработки ключа в канале с помехами. // Журнал проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы, 2000. №1 (18).
6. Месси Д.Д. Введение в современную криптологию. // Журнал ТИИЭР, 1988. №76, Т. 5, с.24.
7. Синюк А.Д., Остроумов О.А. Математическая модель нарушителя открытого ключевого согласования сети с минимальным числом корреспондентов. // Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2013. № 1
8. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. - М: Мир, 1967. - 498 с.

THE ASSESSMENT OF THE SHANNON INFORMATION QUANTITY RECEIVED BY THE OFFENDER ABOUT THE COMMUNICATION NETWORK KEY FORMED BY THE PARTICIPANTS

Sinyuk A., PhD, Associate professor, Military Academy of communications, eentrop@rambler.ru
Ostromov O., Military Academy of communications, oleg-26stav@mail.ru

Abstract

One of the main directions of the information security provision of the communication system using cryptographic methods for protection is effective solution of the forming task, distribution and delivery of the keys to participants. Traditionally this task solved by means of the protected telecommunications using. It is rather expensive and sometimes it is not practical, efficient and probable.

The work discusses the setting of the cryptographic connectivity with the minimum number of participants. The using of the well-known method of the keys forming for the forming of the key of the participants group as Diffi-Helman method is rather difficult as it works in the conditions of the faultless signals reception and it is intended for two participants of the information exchange. Besides, the transmission and the reception of the information through the real channels take place in the conditions of faults. The method of the network key forming through the open communication channels with faults is offered. The problem of the adequate model building of the offender remains relevant.

The necessity of the network key production in the course of the protocol performance of the key building-up so that the offender does not know how to get the network key copy is determined in the work. The task of the offender is to get the key similar to the participants' one. For an assessment of this task the lower probabilistic bound of the minimum volume of the list (labor input) of search of a key as key parameter of safety of formation of a network key on the basis of an assessment of its full information is defined by the violator. The formula for the

common information calculation of the offender about the network key is represented.

The scientific novelty lies in the proposed approach of the offender's information estimate about the formation of the network key.

The further work in this direction is the evaluation of the additional parameter - the probability of hitting the key in the exhaustive list, besides the main parameter of the key formation security – the volume of the list sorted by the offender.

According to the authors' opinion the materials will be of interest to specialists interested in the problem of secure communication in the systems intended for special purposes.

Keywords: information, the offender, the system of the open key coordination formation, network with a minimum number of correspondents, cryptosystem, crypto protection.

References

1. Berlekamp E, 1971, 'Algebraic coding theory', Moscow, Mir, p. 11.
2. Blahut R, 1986, 'The theory and the practice of the codes controlling the mistakes', Moscow, Mir, p. 61.
3. Gallagher R, 1974, 'The theory of the information and the reliable communication', Moscow, Soviet radio, p. 720.
4. Korjik V, Fink L, Shelkunov K, 1981, 'The noise immunity calculation of the transmission systems of discrete message', Moscow, Radio and Communications, p. 231.
5. Korjik V, Yakovleva V, Sinyuk A, 2000, 'The protocol of the key formulation in the channel with noise', Journal the information security problems. Computer systems, No 1 (18).
6. MESSI D, 1988, 'The introduction to the modern cryptology', Journal TIIEP, No. 76, T. 5, p. 24.
7. Sinyuk A & Ostromov O, 2013, 'The mathematical model of the offender of the open key network coordination with the minimum number of the correspondents', High technologies in Earth space research, No. 1.
8. Feller V, 1967, 'Introduction to probability theory and its applications', Moscow, Mir, p. 498.



НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРЕМИЯ Большая Цифра

КАТЕГОРИИ:

«КОМПАНИЯ-ОПЕРАТОР»

«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ»

«ТЕЛЕКАНАЛЫ»

www.bigdigit.ru



реклама

Национальная премия в области многоканального цифрового телевидения «БОЛЬШАЯ ЦИФРА»
проводится в рамках 16^й выставки и форума CSTB'2014

Зрительское голосование в номинации «Телеканалы» пройдет с **1 по 15 декабря** на сайте
www.bigdigit.ru

18+

Организаторы



Стратегический партнер



Платиновый спонсор



Официальный партнер



Партнеры



Космическая связь

Генеральный информационный партнер



Генеральный интернет-партнер



ИНТЕГРАЦИЯ – БУДУЩЕЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ РИТЕЙЛА

Данэм Х.,
компания *Schneider Electric*

С древнейших времен торговцы по всему миру боролись с ворами и мошенниками. Купцы нанимали охрану, лоточники дрессировали собак и прятали товар. В наши дни системы безопасности для предприятий розничной торговли стали более совершенными, однако борьба с хищениями продолжает оставаться одной из важнейших проблем, ставящих под угрозу рентабельность отрасли. Специалисты оценивают ежегодные потери от воровства в сфере мировой розничной торговли в 40 миллиардов долларов (Hollinger).

Помимо статистических данных об объемах прямых убытков стоит обратить внимание на множество проблем, которые воровство создаёт для предприятий розничной торговли, включая увеличение финансовых потерь, трудности их списания или возмещения, увеличение правовых рисков из-за несоответствия закону мер по противодействию кражам, а также повышение уровня приспособляемости и технической подкованности магазинных воров.

Путь к цели – единство методов

Все системы безопасности – от управления ресурсами до видео-аналитики – предназначены для сокращения объёма хищений и защиты

имущества. Однако, каждая система действует эффективнее при поддержке со стороны других систем. Таким образом, соединив между собой все эти системы, специалисты могут создать такую сеть безопасности, которая воров и мошенникам будет не по зубам.

Компании, стремящиеся снизить риск краж в розничной торговле и улучшить свои итоговые показатели, должны максимально повысить рентабельность своих технологий обеспечения безопасности. Один из наиболее эффективных и доступных способов – это интеграция всех действующих устройств в единую комплексную систему.

Важно отметить, что комплексный подход к системам безопасности – это растущая тенденция в розничной торговле. Все больше ритейлеров приходят к пониманию того, что эффективное предотвращение потерь в масштабах всей компании должно быть основано на комплексной программе, включающей в себя возможности сдерживания, обнаружения и документирования. Точно также защита имущества сочетает в себе индивидуальные усилия, технологии обеспечения безопасности, строгое соблюдение правил, непрерывный контроль и анализ, целенаправленные расследования и поддержку со стороны топ-менеджмента. И если целостная

программа предотвращения потерь благоприятно отражается на результатах деятельности корпорации, то целостная система безопасности улучшает и упрощает программу предотвращения потерь.

Таким образом, наиболее инновационный подход к борьбе с потерями основан на относительно простой идее – интеграции.

От теории к практике

Для внедрения комплексного подхода и начала интеграционных процессов в системе безопасности необходимо четко понимать: что, с чем и для чего нужно соединить.

С одной стороны - есть технологии безопасности, в том числе инновационные. К ним относятся: программное обеспечение распознавания образов для применения в пунктах продаж, программное обеспечение ведения расследований по организованной преступности в сфере розничной торговли, метки и считыватели радиочастотной идентификации, особые маркировочные составы и красители, изотопы, защитные голограммы и биолоды, усовершенствованная система глобального позиционирования (GPS) и спутниковое слежение, компьютеризированные и доступные через Интернет системы управления запирающими

устройствами магазинов и грузовиков, аналитическое программное обеспечение в комбинации с системой охранного видеонаблюдения (CCTV). С другой стороны - эти инновации должны сочетаться со сбором информации, наблюдениями, разработками в области НИОКР и контролем за соблюдением законов.

Интеграционные процессы мы можем наблюдать и внутри отдельных систем безопасности.

Многие ритейлеры используют в качестве систем предотвращения потерь от воровства комплексные платформы видеонаблюдения, в том числе CCTV. Расширению возможности этого класса систем способствовала видео-аналитика (video analytics) – интеллектуальный инструмент, в котором используются алгоритмы распознавания образов. Этот инструмент позволяет определить необычную деятельность в помещении магазина, к примеру, "захватить" перемещающийся товар и автоматически сопроводить его в реальном времени через последовательный ряд видеокамер, позволяя работникам магазина предотвратить хищение до того, как оно произойдет. Прогрессивная технология VSaaS (Video Surveillance as a Service) – видеонаблюдение как услуга – также способна преобразовывать видеофайлы в ресурсы данных, которые доступны для поиска, анализа, комментирования, хранения и использования с целью расследования преступных действий и повышения безопасности и эффективности бизнеса.

Интеграция управления ресурсами, сигнализации и видеонаблюдения позволяет индивидуальным системам безопасности работать совместно и достигать больших результатов, чем при раздельном функционировании. В свою очередь, интеграция интеллектуальных возможностей в одну систему повышает эффективность программы предотвращения потерь от хищений, так как информация обрабатывается минимальным количеством служащих в более короткие сроки.

Интеграция позволяет управлять несколькими системами силами одного оператора через один интерфейс. В то же время, если мы хотим соединить несколько интерфейсов в один, данные из различных источников направляются в

одну систему и обрабатываются минимальным количеством служащих в более короткие сроки.

Преимущества интегрированной системы безопасности

К очевидным преимуществам такого подхода можно отнести упрощение использования, обслуживания и управления систем безопасности. Также системы безопасности и системы управления можно легко сопрягать друг с другом для взаимного обмена информацией. Облегчается дистанционный контроль, так как различные группы в составе организации могут иметь доступ к данным по безопасности из любого места, сортировать и классифицировать их в зависимости от своих индивидуальных потребностей. Контроль на основе удаленного доступа, осуществляющийся по принципу «где угодно, когда угодно», также сокращает проездные расходы и неэффективные затраты.

Кроме того, системные компоненты, прежде использовавшиеся для одной единственной цели, теперь делаются многоцелевыми. Так, видеокамеры, которые просто регистрировали активность, теперь могут управлять другими системами, например освещением. Еще один плюс - ритейлеры могут выбирать предпочтительных поставщиков для каждой индивидуальной системы безопасности, при этом интеграция открывает путь к внедрению технологий от многих поставщиков.

И, что особенно приятно, интегрированные системы, построенные на базе существующих систем безопасности, позволяют ритейлерам оптимизировать существующие технологии по мере их обновления. Таким образом, интеграция предоставляет любому ритейлеру широкий выбор возможностей для сокращения расходов и трудозатрат, связанных с реализацией программы предотвращения потерь от хищений.

Получается, что каждая технология, составляющая интегрированную программу, улучшается через взаимодействие с другими системами, а общее управление функциями предотвращения потерь на торговом предприятии может происходить с использованием одной упрощенной системы.

Еще один бонус интеграционной

модели: такие системы могут также быть расширены за пределы сферы безопасности, чтобы повысить эффективность общего управления магазином, включая регулирование параметров окружающей среды, таких как освещение и температура, и средства контроля доступа служащих в здание, и системы управления доступом на основе идентификационной информации.

Интеграция систем безопасности - залог рентабельности бизнеса

Получается, что объединение интеллектуальных комплексных систем безопасности в общую интеллектуальную интегрированную систему управления предприятием розничной торговли ведёт к повышению эффективности. Кроме улучшения безопасности и минимизации магазинных краж, интегрированные системы безопасности представляют собой экономичный способ усовершенствования технологий предотвращения потерь, так как

интеграция строится на основе имеющихся на торговом предприятии устройств. В последние десять лет ситуация с воровством в розничной торговле остается на прежнем уровне. Для того, чтобы переломить ситуацию и избавить розничные магазины от грабежа и мошенничества, ученые объединяют существующие технологии в четко организованную, в соответствии с современными требованиями, систему. Это позволяет ритейлерам быстро получить прямой экономический эффект при существенном сокращении затраченного времени и задействованного персонала.

Таким образом, программы предотвращения потерь должны поднять системы безопасности на новый уровень, придав им самые современные и наиболее инновационные возможности.

Литература

1. Hollinger, Richard. National Retail Security Survey. Gainesville, FL: University of Florida, National Retail Federation, 2011. Published Survey.
2. The Global Retail Theft Barometer 2011. Newark-on-Trent, Nottinghamshire, UK: Center for Retail Research, 2011. Published Survey.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ

Предоставляемая для публикации статья должна быть актуальной, обладать новизной, отражать постановку задачи, содержать описание основных результатов исследования, выводы, а также соответствовать указанным ниже правилам оформления. Текст должен быть тщательно вычитан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.

1. Статья подготавливается в редакторе MS Word.

2. Формульные выражения выполняются во встроенном формульном редакторе MS Word 2003 или в редакторе Math Type. Также в отдельной папке должны содержаться экспортированные изображения формул в формате TIFF (качество изображений не менее 600 dpi). Названия файлов должны соответствовать номерам формул в статье (например: Формула 2-1.tiff).

3. Объем статьи с аннотацией – от 10 до 20 тыс. знаков. Рисунки и таблицы в объеме статьи не учитываются.

4. Объем аннотации 250-300 слов. Аннотация должна быть информативной (не содержать общих слов), структурированной, отражать основное содержание статьи: предмет, цель, методологию проведения исследований, результаты исследований, область их применения, выводы. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

5. Ключевые слова (не менее пяти).

6. фамилия, имя, отчество всех авторов полностью, полное название организации – места работы каждого автора, почтовый адрес, должность, звание, ученая степень каждого автора, адрес электронной почты для каждого автора.

7. Список литературы не менее пяти наименований, для статей – с указанием страниц, для книг – с указанием общего числа страниц в книге, для интернет-сайта – с указанием даты обращения.

8. Формулы нумеруются в круглых скобках, источники – в прямых. Нумерация формул и приведение в списке источников, на которые нет ссылок по тексту, не допускается.

9. На английском языке предоставляется: название статьи, для каждого автора имя и фамилия, место работы, должность, электронный адрес, аннотация, ключевые слова и списки литературы (по стандарту Harvard).

10. Статья предоставляется в электронном виде, единым файлом, имеющим следующую структуру: заглавие статьи, сведения об авторах, ключевые слова, аннотация, текст статьи (включая иллюстрации, таблицы и формулы), пристатейный список литературы, англоязычный блок. Также представляется отдельная папка с экспортированными изображениями формул в формате TIFF, по требованиям указанным в п.2.

11. К статье прилагается экспертное заключение о возможности опубликования статьи в открытой печати и две рецензии кандидатов или докторов наук по профилю планируемой публикации материалов.

Внимание! Редакция оставляет за собой право отклонить представленные материалы, оформленные не по указанным правилам.

MANUSCRIPT REQUIREMENTS

Format

1. All files should be submitted as a Word document.
2. Articles should be between 15000 and 20000 characters (incl. spaces).
3. Article Title to be submitted in native language and English. A title of not more than eight words should be provided.

Author Details (in English and native language)

Details should be supplied on the Article Title Page including:

- * Full name of each author
- * Position, rank, academic degree
- * Affiliation of each author, at the time the research was completed
- * Full postal address of the affiliation
- * E-mail address of each author
- * Structured Abstract (in English and native language)
- * Abstract should be: informative (no general words), original, relevant (reflects your papers key content and research findings); structured (follows the logics of results presentation in the paper), concise (between 250 and 300 words).
- * Purpose (mandatory)
- * Design/methodology/approach (mandatory)
- * Findings (mandatory)
- * Research limitations/implications (if applicable)
- * Practical implications (if applicable)
- * Social implications (if applicable)
- * Originality/value (mandatory)

It is appropriate to describe the research methods/methodology if they are original or of interest for this particular research. For papers concerned with experimental work describe your data sources and data procession technique.

Describe your results as precisely and informatively as possible. Include your key theoretical and experimental results, factual information, revealed interconnections and patterns. Give special priority in your abstract to new results and long-term impact data, important discoveries and verified findings that contradict previous theories as well as data that you think have practical value.

Conclusions could be associated with recommendations, estimates, suggestions, hypotheses described in the paper.

Information contained in the title should not be duplicated in the abstract. Try to avoid unnecessary introductory phrases (e.g. the author of the paper considers).

Use the language typical of research and technical documents to compile your abstract and avoid complex grammatical constructions. The text of the abstract should include key words of the paper.

Keywords (in English and native language)

Please provide up to 5 keywords on the Article Title Page, which encapsulate the principal topics of the paper.

Figures

All figures should be of high quality, legible and numbered consecutively with arabic numerals. All figures (charts, diagrams, line drawings, web pages/screenshots, and photographic images) should be submitted in electronic form preferably in color as separate files, that match the following parameters:

References

References to other publications must be in Harvard style and carefully checked for completeness, accuracy and consistency.



ВУС

Военно-учетный стол

Программный комплекс

- Информационное сопряжение с БД военных комиссариатов и проведение сверки в электронном виде
- Совместимость с Комплексом программно-информационных средств мобилизационной подготовки экономики (КПИС МПЭ), построен на той же платформе и расширяет возможности данного комплекса
- Возможность загрузки картотек из других программ, организация работы в сети
- Авторский надзор за эксплуатацией ПК ВУС для наращивания рабочих функций и совершенствования программного комплекса, гарантийное обслуживание

Воинский учет в организациях:

- Ведение электронных Картотек организаций, филиалов и граждан (по Т-2 и Т-2 ГС);
- Документы необходимые для ведения ВУ в организации (приказ, план работы, журнал проверок, расписки о приеме документов ВУ и др.);
- Создание и печать отчетных документов по установленным формам в соответствии с Инструкцией ГШ ВС РФ по ведению ВУ в организациях;
- Генерация документов по бронированию.

Первичный воинский учет в органах местного самоуправления:

- Ведение Картотеки организаций зарегистрированных на территории ОМСУ;
- Построение и управление картотекой граждан пребывающих в запасе и призывников в ОМСУ;
- Создание отчетных форм документов и других данных в соответствии с Методическими рекомендациями ГШ ВС РФ по ведению первичного ВУ в ОМСУ;
- Распределение организаций ведущих учет ГПЗ по видам экономической деятельности, формам собственности и численности работающих в ней граждан.

Учет и Бронирование в Межведомственных комиссиях:

- Организация картотеки различных органов РФ от правительства до организации включительно с различными формами учета и отчетности, ведение структуры подчиненности;
- Автоматический расчет форм №6, формы №18 расчет и обобщение суммарной формы №6 за все подотчетные объекты;
- Анализ обеспеченности трудовыми ресурсами;
- Ведение перечня должностей и профессий по бронированию граждан;
- Определение сотрудников подлежащих бронированию, бронирование сотрудников в соответствии с ПДП;
- Заполнение, передача, сбор и обобщение форм ГД.



НПЦ ИРС

Научно-производственный центр
Информационных региональных систем

▶ npcirs.ru