

*Intellectual Technologies
on Transport
No 1*



*Интеллектуальные технологии
на транспорте
№ 1*

*Санкт-Петербург
St. Petersburg
2015*

Интеллектуальные технологии на транспорте

№1, 2015

Сетевой электронный научный журнал, свободно распространяемый через Интернет. Публикует статьи на русском и английском языках с результатами исследований и практических достижений в области интеллектуальных технологий и сопутствующих им научных исследований

Журнал основан в 2015 году

Учредитель и издатель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВПО ПГУПС)

Сопредседатели редакционного совета:

Илларионов А.В., вице-президент ОАО «РЖД», Москва, РФ

Панычев А.Ю., ректор ПГУПС, С-Петербург, РФ

Главный редактор

Хомоненко А.Д., проф., С-Петербург, РФ

Редакционный совет

Глухов А.П., зам. нач. Деп. без. ОАО «РЖД», Москва, РФ

Дудин А. Н., д.т.н., проф., БГУ, Минск, Белоруссия

Корниенко А.А., проф., ПГУПС, С-Петербург, РФ

Ковалец П., проф., Тех. Унив-тет, Варшава, Польша

Лыков Р.Ю., нач. ГВЦ ОАО «РЖД», Москва, РФ

Меркурьев Ю.А., проф., РТУ, Рига, Латвия

Нестеров В.М., проф., ген. дир. ЦР ЕМС2, С-Петербург

Пустарнаков В.Ф., ген. дир. «Газинформсервис», С-Петербург, РФ

Титова Т.С., проф., прорект. ПГУПС, С-Петербург, РФ

Федоров А.Р., ген. дир. «ДигДез», С-Петербург, РФ

Юсупов Р.М., проф., чл.-корр. РАН, С-Петербург, РФ

Редакционная коллегия

Ададулов С.Е., проф., С-Петербург, РФ

Атилла Э., проф., университет Аксарай, Турция

Безродный Б.Ф., проф., МАДИ, Москва, РФ

Благовещенская Е.А., проф., С-Петербург, РФ

Бубнов В.П., проф., С-Петербург, РФ – зам. гл. ред.

Булавский П.Е., д.т.н., доц., С-Петербург, РФ

Василенко М.Н., проф., С-Петербург, РФ

Гуда А.Н., проф., Ростов-на-Дону, РФ

Железняк В.К., проф., ПГУ, Белоруссия

Заборовский В.С., проф., С-Петербург, РФ

Зегжда П.Д., проф., С-Петербург, РФ

Канаев А.К., д.т.н., доц., С-Петербург, РФ

Котенко А.Г., д.т.н., доц., С-Петербург, РФ

Когут А.Т., проф., Омск, РФ

Куренков П.В., проф., Москва, РФ

Наседкин О.А., доц., С-Петербург, РФ

Никитин А.Б., проф., С-Петербург, РФ

Мирзоев Т. асс. проф., Джорджия, США

Лецкий Э.К., проф., Москва, РФ

Охтилев М.Ю., проф., С-Петербург, РФ

Соколов Б.В., проф., С-Петербург, РФ

Таранцев А.А., проф., С-Петербург, РФ

Утепбергенов И.Т., проф., Алма-Аты, Казахстан

Филипченко С.А., доц., Москва, РФ

Фозилов Ш.Х., проф., Ташкент, Узбекистан

Фу-Ниан Ху, проф, Джиангсу, Китай

Хабаров В.И., проф., Новосибирск, РФ

Ходаковский В.А., проф., С-Петербург, РФ

Чехонин К.А., проф., Хабаровск, РФ

Яковлев В.В., проф., С-Петербург, РФ

Ялышев Ю.И., проф., Екатеринбург, РФ

Адрес редакции

190031 Санкт-Петербург, Московский пр., 9, ПГУПС

email: itt-pgups@yandex.ru, сайт: <http://itt-pgups.ru/>

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций, свидетельство Эл №ФС77-61707 от 07 мая 2015 г.

Журнал зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 2015. Разрешается воспроизведение в прессе, а также сообщение в эфир или по кабелю опубликованных в составе периодического издания-журнала «Интеллектуальные технологии на транспорте» статей по текущим экономическим, политическим, социальным и религиозным вопросам с обязательным указанием автора статьи и сетевого электронного научного периодического издания журнала «Интеллектуальные технологии на транспорте»

Intellectual Technologies on Transport

Issue №1, 2015

Network electronic scientific journal, open access. It publishes articles in Russian and English with the results of research and practical achievements in the field of intelligent technologies and associated research

Founded in 2015

Founder and Publisher

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education «Petersburg State Transport University»

Co-chairs of the Editorial Council:

Illarionov A.V., Vice-President of JSC "Russian Railways", Moscow, Russia
Panychev A.Yu., rector of PSTU, St. Petersburg, Russia

Editor-in-Chief

Khomonenko A.D., Prof., St. Petersburg, Russia

Editorial Council Members

Glukhov A.P., deputy. beg. Dep. no. JSC "Russian Railways", Moscow, Russia
Dudin A.N., Prof., BSU, Minsk, Belarus
Kornienko A.A., Prof., PSTU, St. Petersburg, Russia
Kovalets P., Prof., Tech. University, Warsaw, Poland
Lykov R.Yu., director at MCC - branch of JSC "Russian Railways", Russia
Merkuryev Yu.A., Prof., Academician of the Latvian Academy of Sciences, Riga, Latvia

Nesterov V.M., Prof., director general at Russian EMC2 development center, St. Petersburg
Pustarnakov V.F., CEO at "Gazinformservice" LTD., St. Petersburg, Russia.
Titova T.S., Prof., PSTU, St. Petersburg, Russia
Fedorov, CEO at "Digital Design" LTD., St. Petersburg, Russia
Yusupov R.M., Prof., Corr. Member of RAS, St. Petersburg, Russia

Editorial Board Members

Bubnov V.P., Prof., St. Petersburg, Russia – deputy editor in chief
Adadurov S.E., Prof., St. Petersburg, Russia
Attila E., Prof., Aksaray, Turkey
Bezrodny B.F., Prof., Moscow, Russia
Blagoveshenskaya E.A., Prof., St. Petersburg, Russia
Bulavsky P.E., Dr. Sc., Ass. Prof., St. Petersburg, Russia
Vasilenko M.N., Prof., St. Petersburg, Russia
Guda A.N., Prof., Rostov-on-Don, Russia
Geleznyak V.K., Prof., ПГУ, Белоруссия
Zaborovsky V.S., Prof., St. Petersburg, Russia
Zegzda P.D., Prof., St. Petersburg, Russia
Kanayev A.K., Ass. Prof., St. Petersburg, Russia
Kotenko A.G., Dr. Sc., Ass. Prof., St. Petersburg, Russia
Kogut A.T., Prof., Omsk, Russia
Kurenkov P.V., Prof., Moscow, Russia

Mirzoev T. Ass.Prof., Georgia, USA
Nasedkin O.A., Ass. Prof., St. Petersburg, Russia
Nikitin A.B., St. Petersburg, Russia
Letsky Ad.K., Prof., Moscow, Russia
Okhtilev M.Yu., Prof., St. Petersburg, Russia
Sokolov B.V., Prof., Dr. Sci., St. Petersburg, Russia
Tarantsev A.A., Prof., St. Petersburg, Russia
Utepbergenov I.T., Prof., Alma-Ata, Khazakhstan
Filipchenko S.A., Ass. Prof., Moscow, Russia
Fozilov S.Kh., Prof., Tashkent, Uzbekistan
Fu-Nian Hu, Prof., Jiangsu, China
Khabarov V.I., Prof., Novosibirsk, Russia
Khodakosky V.A., Prof., St. Petersburg, Russia
Chekhonin K.A., Prof., Khabarovsk, Russia
Jakovlev V.V., Prof., St. Petersburg, Russia
Jalyshev Yu.I., Prof., Ekaterinburg, Russia

Адрес редакции

190031, St. Petersburg, Moskovskiy pr., 9, 2-108
email: itt-pgups@yandex.ru, сайт: <http://itt-pgups.ru/>

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications and Mass Media, EL №FS77-61707 testimony from May 7, 2015

The journal is registered in the Russian Science Citation Index (RSCI)

© Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Petersburg State Transport University», 2015. The reproduction in the press, as well as a message broadcast or cable published as part of the periodical – journal "Intellectual Technologies on Transport" articles on current economic, political, social and religious issues with the obligatory indication of the author, and the network of electronic scientific periodical journal "Intellectual Technologies on Transport "

СОДЕРЖАНИЕ

Григорьев О.А., Филипченко С.А., Хахин И.С., Яшин А.И.	5
Инновационное мышление в подходах к оценке и анализу транспортного комплекса	
Гарбарук В.В., Красковский А.Е., Фоменко В.Н.	11
Оценка рисков отцепки вагонов в пути следования	
Корниенко А.А., Поляничко М.А.	18
Методика обнаружения и разрешения конфликтов программных средств защиты от кибератак на железнодорожном транспорте	
Привалов А.А., Карабанов Ю.С., Королев А.И., Сидоров С.И.	22
Структура программного комплекса моделирования информационного конфликта системы безопасности телекоммуникационного объекта РЖД с подсистемой нарушителя	
Глазунов В.В., Курочкин М.А., Попов С.Г.	32
Метод оценки маршрутов передачи сообщений в телематических сетях транспортных средств на основе логико-вероятностного метода	
Ходаковский В.А., Ходаковский Т.В.	38
Синтез многополосного фильтра с требуемой частотной характеристикой	
Кушназаров Ф.И.	42
Управление потоками данных в зашумлённых каналах	
Памяти коллеги	47

CONTENTS

Filipchenko S.A., Grigoriev O.A., Khakhin I.S., Yashin A.I.	5
Innovative thinking in approaches to the assessment and analysis of the transport complex	
Fomenko V.N., Garbaruk V.V., Kraskovsky A.E.	11
Assessment of risks due to in-transit uncoupling of cars	
Kornienko A. A., Polyanichko M. A.	18
Methodology of conflict detection and resolution in cyber attacks protection software on railway transport	
Karabanov Yu.S., Korolev A.I., Privalov A.A., Sidorov S.I.	22
Software system structure of telecommunicational object safety system modelling with violator's subsystem	
Glazunov V.V., Kurochkin M.A., Popov S.G.	32
Method for estimating routing messages in the telematic network of vehicles based on of logical-probabilistic method	
Khodakovskiy V.A., Khodakovskiy T.V.	38
Synthesis of multy band digital filter with demand of frequency characteristic	
Kushnazarov F.I.	42
Controlling data flows in the noisy channels	
In memory of the colleague	47

Инновационное мышление в подходах к оценке и анализу транспортного комплекса

Григорьев О.А.

Московский государственный университет путей сообщения
Москва, Россия
Ief07@bk.ru

Филипченко С.А., Хахин И.С., Яшин А.И.,

ОАО «РЖД»
Москва, Россия
po4ta-il9@yandex.ru

Аннотация. Новые научные методы мониторинга, моделирования, анализа, визуализации и прогнозирования играют особую роль в современной экономике, поскольку в ней быстро и кардинально меняются парадигмы, концепции, производственные и программные платформы, подходы, технологии. Современные методы моделирования, анализа и прогнозирования должны сформировать научно обоснованное суждение о прошлом, нынешнем состоянии и о возможных путях развития транспортного комплекса, об альтернативных способах его осуществления. Они должны строиться так, что бы установить при помощи математического аппарата, инструментальных средств, информационных систем причинно-следственные связи и дать количественную оценку возникшего состояния.

Ключевые слова: Моделирование, анализ и прогнозирование, транспортный комплекс, теория активных систем, экономический хаос, пространство знаний

ВВЕДЕНИЕ

Практика показывает, что научный анализ и научное прогнозирование особенно остро востребованы переходными экономиками при работе в условиях рынка, насыщенного конкурирующими участниками, сложной нелинейной интерференцией медленных (товарных), среднего темпа (финансовых) и быстрых (информационных) потоков и процессов на нем. Развитие нано-, микро-, мезо-, макро- и мегаэкономического моделирования, анализа, планирования и прогнозирования в современных условиях связано с последовательным ростом уровня их формализации. Основу для этого процесса заложил, в частности, прогресс в области прикладной математики, математической статистики, в методах оптимизации, теории приближений, эконометрике, прогностике, теории фракталов и хаоса.

Научное прогнозирование экономического поведения означает, что проекция процесса из отчетного периода в перспективный должна основываться на тенденциях развития системы. Следовательно, построенные модели должны быть в такой степени полными и точными, чтобы продолжение рыночной конъюнктуры в перспективе в полной мере отображало прошлое и настоящее тенденций экономического поведения, с учетом контекста развития системы и сложного взаимного влияния друг на друга большого количества факторов.

Транспортный комплекс в целом и железнодорожный сегмент в частности в полной мере ощущают на себе современные рыночные условия. Работа в конкурентной среде предполагает смещение акцентов в сторону потребностей клиентов. Именно запросы потребителей услуг железнодорожного транспорта формируют требования к

эксплуатационной работе, номенклатуре и качеству продуктов и услуг холдинга РЖД. Конкурентная борьба определяет быструю динамику изменений запросов потребителей, которые являются «исходным материалом».

Особенно трудно добиться старыми методами качественного анализа и конструктивного прогноза в условиях возникновения событийных составляющих экономической динамики (скачки значений параметров, внезапные изменения структуры экономических систем, событийные возмущения, обвалы, критические события, масштабные возмущения, шоки, кризисы). Так появляется еще один повод, заставляющий искать новые методы мониторинга, моделирования, анализа, визуализации и прогнозирования экономической конъюнктуры.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕОРИИ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ХАОСА, ТЕОРИИ АКТИВНЫХ СИСТЕМ, ПРИНЦИПОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВА ЗНАНИЙ

Усложнения, глобализации и ускорения экономического развития, исчерпание адекватных этим тенденциям классических методов исследования экономических процессов, вторжение в науку вообще и в экономику, в частности, математических методов нелинейной динамики привели к появлению новой «нелинейной» парадигмы. Ее составляющими являются фрактальный анализ, теория детерминированного хаоса, необходимость обработки социальных и экономических временных рядов новыми интеллектуальными математическими и инструментальными технологиями.

Классическая «линейная парадигма» считает, что поведение показателей наблюдаемых эволюционирующих природных, социальных, и экономических процессов и систем подчиняется «нормальному» закону. Наблюдения, составляющие временной ряд, являются независимыми и следуют принципу - малое возмущение в малой степени отражается на характере поведения системы. Однако для реальных экономических, социальных, финансовых, маркетинговых, производственных

систем информация временных рядов о влиянии отдельных факторов, идентифицирующих состояние системы, на изменения в системе в следующий момент времени в случае «линейной парадигмы» не учитывает возможность существенного, кардинального и даже катастрофического изменения состояния и поведения системы под действием малых изменений и возмущений.

Новый подход к исследованию экономики – использование универсального многофакторного сплайн – анализа и сплайн – прогнозирования, когда определяются однофакторные прогнозы с достаточно точными результатами.

Решения по выбору такого аппарата и инструментов должны сопровождаться точным математическим расчетом, чтобы при удачном сочетании формальных критериев и интуитивных представлений они давали не только формальный оптимальный результат, но еще и практически полезный.

В условиях сокращения грузовой базы, глобализация экономики и, как следствие, ее подверженности циклическим колебаниям на первый план выходит деятельность по активному привлечению и отвоевыванию у других видов транспорта перспективных клиентов за счет предложения им адресных высокомаржинальных продуктов и услуг.

Усложнение структуры и изменение содержания хозяйственных связей и экономических взаимоотношений между участниками транспортного процесса в рамках новой, сформированной в общих чертах, парадигмы управления приводит, в свою очередь, к возникновению свойства «активности» у хозяйствующих субъектов [1].

Под «активностью» понимается формирование:

1. Собственные функции социально-экономического предпочтения у хозяйствующего субъекта.
2. Свобода выбора своего состояния.
3. Собственных целей, средств их достижения.
4. Возможность получения необходимой информации, для прогнозирования поведения других субъектов хозяйствования.

Основными методами исследования в теории активных систем (ТАС) являются теоретико-игровое (математическое) и имитационное моделирование. Состояние активной системы (АС) описывается переменными, принадлежащими допустимому множеству, и зависит от управляющих воздействий. На множестве управляющих воздействий задается функционал, определяющий эффективность функционирования системы с точки зрения управляющего органа. Определяется параметр, называемый эффективностью управления.

Задача управляющего органа заключается в выборке такого управления, которая максимизировало бы значения его эффективности при условии, что известна реакция элементов системы на управляющие воздействия. При этом особое внимание уделяется среде, в которой активная система существует и развивается, являясь неотъемлемой частью этой среды. В нашем случае можно говорить о нормативно-правовой среде со своими юридическими коллизиями.

Классификация управления строится на основе элементов управляемой системы (точнее, ее модели), на которые

оказывается основное воздействие при осуществлении процедур управления.

Модель принятия решения в активной системе описывается следующим образом [2]:

$$\Psi = \{ A, A_0, \Theta, v(\bullet), \omega(\bullet), I \},$$

где:

- Ψ – принимаемое решение;
- A – множество допустимых действий;
- A_0 – множество допустимых результатов действий;
- Θ – множество возможных состояний окружающей среды;
- $v(\bullet)$ – функция полезности;
- $\omega(\bullet)$ – функция технологии увязки действий – состояние окружающей среды и результатов действия (последствий принимаемых решений);
- I – информация, которой обладает агент на момент принятия решений.

Выделим три группы переменных, которые могут изменяться: множество A и A_0 , функция полезности $v(\bullet)$ и информация I .

Этим трем группам переменных соответствуют три типа управлений:

- институциональное управление (изменение множеств допустимых действий и результатов A и A_0);
- мотивационное управление (изменение функции полезности $v(\bullet)$);
- информационное управление (изменение информации I , которую центр использует для принятия решений).

ИНСТРУМЕНТАРИИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Решение возникающих задач управления железнодорожным транспортом требует использования высокоэффективных вычислительных систем, новых подходов к моделированию ситуаций, использованию интеллектуальных баз знаний. Вот перечень вопросов, требующих первоочередного решения:

1. Обработка потоков данных большого объема, многопараметрический анализ данных, их визуализация, разработка сложных бизнес-приложений с большим объемом вычислений.

2. Использование кластерных систем для управления знаниями в прикладных исследованиях на транспорте по следующим вопросам:

- формирование, структуризации знаний для управления бизнес-процессами, организации внутреннего партнерства в сложных ситуациях (вертикальных интегрированных холдингах);
- создание единого информационного пространства управления знаниями;
- преобразование баз данных фактов в базы знаний;
- создание эффективных и объемных баз данных, показателей работы транспорта для проведения стратегического, экономического и финансового анализа его работы, анализа

конструктивных возможностей и деструктивных последствий принимаемых решений.

3. Использование нейронных сетей для реализации процедур ассоциативного мышления и создания баз знаний, отображающих опыт и реализующих самообучение на основе ситуационного управления:

- параллельное исследование значений всего множества признаков каждого объекта;
- распараллеливание выполнения сложных логических конструкций;
- формирование баз знаний, отображающих опыт и осуществляющих ассоциативное мышление;
- реализация процедур самообучения на основе ситуационного управления для трудно формализуемых задач.

Для обоснования экономического механизма взаимодействия дочерних структур транспортной компании, гармонизации их развития и обеспечения устойчивого функционирования холдинга в целом необходимо решить ряд задач:

- системное исследование параметров и процессов взаимодействия участников транспортного холдинга с целью формализации экономического механизма его функционирования;
- обоснование принципов взаимодействия участников транспортного холдинга для целей формирования эффективной корпоративной системы управления;
- комплексный анализ системы контрольных показателей эффективности деятельности дочерних структур и определение основных тенденций их развития;
- разработка методики экономической оценки взаимодействия участников холдинга в рамках единой стратегии его сбалансированного развития;
- идентификация факторов, влияющих на рентабельность деятельности участников холдинга, с целью разработки системы контрольных параметров и экономических нормативов.

В настоящее время все более твердые позиции завоевывает термин «экономика знаний». Его суть заключается в следующем:

меняется парадигма реализации процесса производства от поиска рациональных путей хозяйствования к поиску синергического эффекта.

Среди новых концепций бизнеса – «класс процессов с нелинейными положительными обратными связями», развитие бизнеса через неустойчивость, «гибкие связи взаимодействия и самоуправления», «виртуальные предприятия, совместно использующие удаленные друг от друга ресурсы», «интеллектуальные предприятия, осуществляющие совместно создание, пополнение и использование знаний». Переход от «незнания» к «знанию» отражается, в том числе, через концепцию «НЕ-факторов» [3-4].

Термин «НЕ-факторы» зародился в области информатики и искусственного интеллекта с целью единого представления различных ситуаций и факторов, которые выражаются словами, имеющими негативные оттенки в естественном языке, слабо формализованы в классической математике, но оказываются типичными для повседневной жизни. Речь идет о факторах незамкнутости и неравновесности,

неаддитивности и нелинейности сложных систем, неопределенности и неточности, неполноты и противоречности циркулирующей в них информации, нежесткости, недетерминированности и неединственности моделей их развития.

Методология классической теории организаций, где доминируют постулаты механизма и рациональности, предполагает борьбу с любыми факторами случайности, неопределенности, ненормативности в рассматриваемой организации. Становление идей «ограниченной рациональности» и появление неоклассической теории организаций привели к пониманию важной конструктивной роли неточности, неоднозначности и неустойчивости в экономическом и административном поведении. В эпоху экономики знаний учет множественности «НЕ-факторов» переносится на сферы анализа рыночных отношений, стратегического менеджмента, сетевых организаций.

«НЕ-факторы» микросреды могут быть связаны с нестабильностью и неопределенностью рынка, неточным знанием его основных параметров (емкость рынка, спрос на конкретные позиции номенклатуры товаров, текущая платежеспособность потребителей, и их требования к качеству товара, число и сила конкурентов и т.п.), неуверенностью в выборе поставщиков и клиентов, недостатком информации и стратегиях и действиях конкурентов.

Среди «НЕ-факторов» макросреды действуют экономические, политические, социальные, юридические, технологические условия: противоречивость законодательства в отношении бизнеса и предпринимательства, неполнота имеющихся на уровне предприятия знаний о государственных стратегиях и методах стимулирования бизнеса (прежде всего, когда предприятие работает на международных рынках), неустойчивость «экономического климата» и т.п.

«НЕ-факторы» внутренней среды предприятия могут касаться неточности и недостоверности информации. При определении обобщенных показателей финансового состояния и результатов в деятельности предприятия, оценке риска инвестиций в инновационные проекты, выработке маркетинговой стратегии в сложившихся ситуациях, прогнозировании будущего развития предприятия. «НЕ-факторы» также характерны для задач финансового прогнозирования, связанных с оценкой ожидаемых результатов функционирования предприятия в условиях нестабильности и изменчивости экономических процессов.

Предварительная оценка характеристик любого инвестиционного проекта предлагает анализ расходов и поступлений, относящихся к будущему времени, что означает работу с неточной, недостоверной, неполной, неопределенной,

противоречивой, нечеткой информацией. Анализ и моделирование информационных «НЕ-факторов» занимают центральное место в микроэкономике корпоративных знаний.

Различают неточность и неопределенность экономической информации, где неточность относится к содержанию имеющейся информации, неопределенность – к ее истинности, понимаемой в смысле соответствия действительности или правдивости эксперта.

Выделяют шесть основных «НЕ-факторов» в жизненном цикле корпоративной информации:

1) противоречивость информации, поступающей в разные моменты времени или из разных источников;

2) неполнота информации, обусловленная распределенным, локальным восприятием как микросреды, так и макросреды предприятия, фрагментарностью представления информации в корпоративной памяти;

3) неточность информации отражение качественной природы явлений, имеющейся информации или интервальных ограничений по точности, задающих «разрешающую способность» корпоративных средств восприятия;

4) неопределенность, которая может носить характер случайности или отражать индивидуальное мнение (предположение, уверенность, сомнение) эксперта и описывается с помощью некоторого распределения;

5) неоднозначность информации, связанной с наличием на предприятии (в том числе и по сети предприятий) различных исходных интересов и мнений;

6) нечеткость, которая является неотъемлемым атрибутом словесных, лингвистических суждений и оценок.

Неопределимость или неполнота корпоративных знаний могут быть связаны с недостаточно ясным пониманием миссии и целей организации, слабой проработанностью ее стратегии, отсутствием достоверной информации о потребностях или предпочтениях поставщиков и клиентов, частичным, фрагментарным описанием предлагаемых продуктов и услуг, недостатком информации о характеристиках распределенных бизнес-функций или бизнес-процессов, малой осведомленностью о структуре взаимосвязей, участников систем.

Существуют ограничения по точности определения как количественных параметров предприятия (экономическая эффективность предприятия, цена его продукции, период окупаемости, стоимость транспортировки заготовок или товаров), так и многих качественных факторов (репутация предприятия, адаптивность организационной структуры, надежность поставщиков), для которых естественные количественные шкалы отсутствуют.

Следует также отметить возможность преднамеренных или случайных ошибок при передаче информации в процессы коммуникации предприятия со своими поставщиками, подрядчиками или клиентами, то есть принципиальную неполноту, неточность и ненадежность информации, циркулирующей в организационных сетях.

Эти «НЕ-факторы» присутствуют не только на стадии информационной подготовки, но и на стадии собственно принятия управленческих (в особенности, стратегических) решений. Часто коллективные решения принимаются на основе нечетких целей и нечетких ограничений в условиях

неопределенности или риска, причем их последствия оказываются точно неизвестными, нередко получаются неточно или не полностью определенные планы совместных действий, реализация этих действий происходит случайным образом.

Адекватный учет «НЕ-факторов» позволяет уменьшить риск принятия неверных решений в организационном проектировании.

«НЕ-факторы» поведения и развитие современных предприятий включают в себя нестационарность, необратимость, неравновесность, неустойчивость, нелинейность.

Термин «нестационарность» характеризует зависимость числовых характеристик, параметров структуры и поведения предприятия от времени, а термин, «необратимость», определяющий процесс постоянного нарушения симметрии при развитии, указывает направленность организационной эволюции.

Неравновесность связана с порождением порядка из хаоса. Таким образом, организационная неравновесность предприятия может служить основной процессом его самоорганизации и реорганизации, причиной возникновения новых структур. Принципы устойчивого неравновесия утверждают, что «живые» системы никогда не бывают в равновесии и постоянно выполняют «работу» против равновесия. «Живая» система должна быть открытой и активной.

Неустойчивость означает не сохранение организационных состояний в процессе эволюции. Неустойчивость является принципиальной особенностью системы адаптивных сетевых организаций, она выступает как необходимое условие оперативного приспособления к изменениям среды и интенсивного развития. Абсолютно устойчивые организации не могут эволюционировать.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ХАОС – ЭТО СОВСЕМ НЕ СТРАШНО

Концепция экономического хауса формирует свои основные положения при описании поведения экономических систем [5-6]. Вот некоторые из них:

1. Случайность – особый случай упорядоченности со своими закономерностями.

2. Имеет место принципиальное незнание всех начальных условий и необходимость сбора большого объема информации.

3. Происходит экспоненциальное накопление ошибок анализа по мере удаления от начальной точки.

4. Малые ошибки в начале анализа приводят к большим ошибкам в дальнейшем.

5. В каждый момент времени рассматриваемая система отличается от начальной, поэтому надо определять степень отличия/схожести.

6. Сравнивать можно только схожие системы, для чего надо определять степень подобия, то есть формировать набор кластеров на основе обработки

данных больших объемов и сложной структуры из разных источников.

7. Конкретное состояние динамической системы в каждый момент времени описывается в конкретной точке пространства состояний множеством вещественных чисел, векторов.

8. Надо исследовать следующие положения:

8.1. Наличие замкнутых фазовых кривых (возможность возврата в начальное состояние).

8.2. Наличие многообразия состояний систем (например, замкнутых траекторий).

8.3. Наличие структур такого множества состояний в фазовом пространстве, к которым стремятся большинство траекторий.

Исследование поведения «типичной» динамической системы из некоторого множества для закрепления знаний, получаемых по мере анализа экономических систем, необходимо для формирования корпоративного знания в холдинговой структуре. Оно осуществляется по нескольким направлениям:

1. Формирование, структуризация и управление знаниями включает в себя исследование «НЕ-факторов» в системе экономических знаний, разработку моделей и инструментов структурирования и управления знаниями, разработку интеллектуальных информационных систем управления профессиональной деятельностью на основе знаний.

2. Решение задач в области экономики знаний и управления бизнес-процессами, что включает в себя регламентацию бизнес-процессов для накопления знаний, моделирование обмена знаниями в оргструктурах, управление знаниями для организации внутреннего партнерства в сложных структурах (холдингах), оценку интеллектуального капитала компании и эффективности управления знаниями, создание единого информационного пространства управления знаниями на основе порталных технологий.

3. Управление знаниями при организации процесса обучения, включает в себя интеллектуальные технологии компетентностного подхода к обучению, формирование образовательных ресурсов, виртуальные организации для формирования компетенций, знаний, умений, навыков обучаемых.

4. Разработка методов и алгоритмов преобразования баз данных фактов в Базы знаний: анализ адаптации перспективных механизмов поиска знаний, построение архитектуры среды знаний виртуального образовательного пространства, использование суперкомпьютеров для формирования баз знаний на основе искусственного интеллекта и нейронных сетей.

Теоретическое направление научных исследований включает в себя: анализ, разработку концепции и формирование многомерной комплексной архитектуры корпоративного знания:

- функционально-информационной, территориально виртуальной, абстрактной, конкретной, агрегированной, детальной;

открытого управления, распределения ресурсов, активной экспертизы, определения внутренних цен,

- определение среды порождения знания и среды его использования;
- управление экономической и обобщенной эффективностью информационных систем и систем управления знаниями, многомерным пространством интересов и компетенций участников.

ВЫВОДЫ:

Результатом создания и работы интеллектуальной информационно-аналитической системы (ИИАС) является непрерывно формируемое информационное пространство, обеспечивающее реализацию новой технологии более полного учета действующих факторов, их взаимного влияния, идентификацию состояния системы, учета особенностей и сложностей ее управления, связей с другими экономическими и распределенными системами, более глубокого и непрерывного сопровождения и анализа последствий принятых и намечаемых решений, оценки условий функционирования системы и прогнозных ситуаций с различным временным горизонтом, накопления знаний, их актуализации для обучения персонала, роста капитализации и стоимости ОАО «РЖД».

В новых политических, экономических, социальных, организационных условиях описания взаимодействия «центра» и «активных элементов» существенно отличается от прежних установившихся «классических» экономических законов, категорий, методик статистического анализа. Это определяется следующими объективными причинами:

- нечеткость определения совокупности связей (включая отношения подчиненности, распределения прав принятия решений);
- различия в предпочтениях участников взаимодействия;
- ограничения на выбор состояния системы, определяемого влиянием окружающей среды;
- технологическими особенностями;
- неоднозначность толкования термина «рациональное поведение» активного элемента, «доброжелательность» центра.

Многообразны, существенно различны, непостоянны модели поведения активных элементов для достижения некоторого «равновесного» состояния системы целиком (максиминное равновесие, равновесие Нэша, Парето, в доминантных структурах). Различна степень информированности активных элементов.

Все это требует высокой степени структуризации проблем, задач, технологий управления, оценки его эффективности, разработки механизмов взаимодействия «центра» и «активных элементов» при решении задач планирования, достижения реализуемости, стимулирования, оценки эффективности.

Литература.

1. Нейман Д., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.:Наука, 1970. – 708 с.
2. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. Учебное пособие Синтег Москва – 2002. – 148 с.
3. Нариньяни А.С. Неопределенные множества – новый тип данных для представления знаний. Препр. ВЦСОАН СССР №232, 1980. – 25 с.

4. Нариньяни А.С. НЕ-факторы и инженерия знаний: от наивной формализации к естественной практике. В сб. Труды 4 национальной конференции «Искусственный интеллект 94», Рыбинск, 1994. – 22 с.
5. Синай Я.Г. Как математики изучают хаос, Матем. просв., МЦНМО, Москва, 2001. – 46 с.
6. Самарский А.А., Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.:Наука, 1992. – 544 с.

Innovative thinking in approaches to the assessment and analysis of the transport complex

Grigoriev O.A.

Moscow State University of Railway Engineering
Moscow, Russia,
ief07@bk.ru

Filipchenko S.A., Khakhin I.S., Yashin A.I.,
JSC «RZD»
Moscow, Russia,
po4ta-il9@yandex.ru

Abstract. New scientific methods of monitoring, modeling, analysis, visualization, and prediction play a special role in the modern economy, since it drastically and rapidly changing paradigms, concepts, production and software platforms, approaches, technologies. Modern methods of simulation, analysis and forecasting should form a scientifically informed judgement about the past, current state and possible ways of development of the transport sector, about alternative ways of its implementation. They should be built so that would be set by using the mathematical apparatus, tools, information systems as causality and to quantify in any condition.

Keywords: simulation, analysis and forecasting, transport complex, the theory of active systems, economic chaos, knowledge space.

REFERENCES

1. Neumann D., Morgenstern O. *Teoriya igr i ekonomicheskoe povedenie* [Theory Games and Economic Behavior]. Nauka, Moscow, 1970. – 708 p.
2. Sponges M., Novikov D.A. *Teoriya Igr v Upravlenii Ekonomicheskimi Sistemami* [Game Theory in the

management of organizational systems]. Textbook SINTEG Moscow - 2002. – 148 p.

3. Narinyani A.S. *Neopredelennye Mnogestva – Novyi tip Danykh dlia predstavleniya znaniy* [Vague sets, a new data type for representing knowledge]. Preprint. VTSSOAN USSR №232, 1980. – 25 p.

4. Narinyani A.S. *NE-factory i ingeneriya znaniy: ot naivnoy formalizatsii k estestvennoy praktike* [NOT-factors and knowledge engineering: from the naive to the formalization of a natural practice]. In the collection, the works of four national conference «Artificial Intelligence 94», Rybinsk, 1994. – 22 p.

5. Sinai Y.G. *Kak matematiki izuchaiyt haos* [How mathematicians study chaos], Mat. Pros., MTsNMO, Moscow, 2001. – 46 p.

6. Samara A., Akhromeeva T.S., Kurdyumov S.P., Malinetskiy G.G. *Nestatsionarnye struktury I diffuzionnyi haos* [Unsteady diffusion structure and chaos]. Moscow: Nauka, 1992. – 544 p.

ОЦЕНКА РИСКОВ ОТЦЕПКИ ВАГОНОВ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ

Гарбарук В.В., Красковский А.Е., Фоменко В.Н.
Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия
vmkaf@pgups.ru

Аннотация. Получены различные формулы оценки рисков отцепки вагонов на маршруте из-за технической неисправности в зависимости от количества вагонов в составе и от расстояния перевозки груза. Это позволяет оценить уровень безопасности движения в международных транспортных коридорах, где каждая железнодорожная администрация несет определенную долю ответственности за материальный ущерб, нанесенный грузу и подвижному составу в процессе перевозок по своей территории.

Ключевые слова: риск, маршрут, состав, отцепка вагона, эксплуатация вагонного парка, банк данных грузовых вагонов.

ВВЕДЕНИЕ

Современные подходы к обеспечению безопасности движения предполагают нормирование базовых показателей безопасности. В пассажирских перевозках к таким показателям относятся вероятность гибели или ранения людей, в грузовых перевозках – вероятность потери или порчи грузов. Исходя из установленных значений базовых показателей, предъявляются требования к техническим средствам и технологиям перевозок, в частности к эксплуатации вагонного парка. В межгосударственном стандарте ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике» перечислены показатели надежности, одним из которых является вероятность безотказной работы.

Пункты текущего отцепочного ремонта предназначены для устранения неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации вагонов в период между плановыми видами ремонта или в период от постройки вагона до первого планового ремонта. Устранению подлежат неисправности вагонов, независимо от характера их возникновения: естественный износ деталей и узлов вагонов, нарушения правил эксплуатации и производства погрузочно-выгрузочных и маневровых работ, нарушения требований правил и руководств по изготовлению и ремонту вагонов, их узлов и деталей.

Исключение вагонного парка из состава ОАО «РЖД» приведет к тому, что практически все расходы на текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов будут учитываться по прочим видам деятельности, а значит должны возмещаться полностью за счет доходов, полученных от данных видов работ. В этих условиях задача эффективного управления затратами, в частности эффективного планирования затрат, как базовой функции процесса управления, приобретает первостепенное значение [1].

В работе [2] рассчитывается вероятность аварийного состояния вагона, исходя из множества испытаний. Однако задача определения вероятности отказа не одного, а нескольких вагонов на конкретном маршруте в этой и других работах не ставилась. Аналогичные изыскания проведены в работе [3]. Автор представил технологию построения расчетной схемы вагона для проведения вероятностной оценки его предрасположенности к авариям.

Для проведения анализа применялось построение древовидного графа событий, представляющего собой разложение конечного события (например, схода вагона) на элементарные события, соответствующие отказам составных частей вагона. В работе [4] используется такое понятие как наработка на отказ вагона, а надежность состава, рассматривается через призму безопасности, когда отказ одного вагона при «роковом стечении обстоятельств» может привести к крушению поезда. Однако крушение является редким событием.

Наиболее часты ситуации, когда при осмотре на станциях неисправность обнаруживается и либо производится мелкий ремонт без отцепки, либо вагоны отцепляются для производства серьезного ремонта. В этом случае возникает опасность просрочки доставки или порчи груза. Для грузоотправителей и страховых компаний интерес представляют именно такие риски, т.е. какова надежность следования группы вагонов по всему маршруту или какова вероятность отцепки n вагонов из совокупности N вагонов, входящих в состав поезда.

В работе [5] предложена методика расчета надежности вагонов на основе теории марковских процессов. В этой работе описывается переход системы «вагон–техническое обслуживание» из одного состояния в другое под воздействием случайных факторов (отказов). При этом вероятностные состояния и интенсивности переходов рассчитываются для одного среднестатистического вагона, а сам процесс характеризуется ординарностью, т.е. невозможностью возникновения двух или более событий в малом промежутке времени.

Таким образом, как и в предыдущих работах, определяются показатели перехода вагона в неработоспособное состояние, а не вероятность его отцепки для проведения внепланового технического обслуживания и ремонта. Вероятностная оценка отцепки нескольких вагонов в одном составе на заданном маршруте автором также не рассматривается.

В ряде работ [6, 7, 8], исследующих взаимное влияние надежности вагонов и качества отцепочных ремонтов, предложены математические модели прогнозирования с применением поправочных коэффициентов. Коэффициенты учитывают, в одном случае, качество работы железнодорожных станций при операциях с грузовыми вагонами, а в другом – влияние тенденций и сезонность процессов.

Однако данные модели пока разрознены и не учитывают всего перечня причин отцепок вагонов. К примеру, в работе [8] модель прогнозирования числа отцепок грузовых вагонов в пути следования разработана только для отцепок по нагреву буксового узла.

Страхование грузов – вид имущественного страхования, который защищает грузы от всевозможных рисков, например, происшествий при погрузке, выгрузке или перегрузке, опасностей при транспортировке к грузополучателю. Оценить риски при перевозке груза страховщик может, имея необходимую информацию не только о грузе, расстоянии, но и о перевозчике.

Увеличение расстояния перевозки сверх установленного среднего повышает риск наступления страхового случая. Поэтому страховщики предусматривают повышающие коэффициенты в зависимости от увеличения расстояния. Для решения многих задач страхования грузов, важно располагать информацией о количестве отцепок вагонов в пути следования как возможных событий с определенной вероятностью.

В базах данных ГВЦ ОАО «РЖД» с номерным учетом грузовых вагонов хранится большой объем информации о жизненном цикле любого вагона. Эти данные имеют высокую достоверность и могут быть использованы для оценки рисков. В настоящей статье дается оценка риска невыполнения перевозки груза по причине отцепки одного или нескольких вагонов на конкретном маршруте для внепланового ремонта из-за технической неисправности.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОТЦЕПКИ ОДНОГО ВАГОНА

В теории надежности (например, ГОСТ Р 51901.12-2007, Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов) часто случайная величина – длительность времени безотказной работы устройства, имеет показательное распределение $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$. Это объясняется тем, что «вероятность безотказной работы устройства на интервале времени t не зависит от времени предшествующей работы до начала рассматриваемого интервала, а зависит только от длительности времени t » [9].

При анализе отцепок вагонов на маршруте из-за технической неисправности можно также принять показательный закон распределения, аргументом которого является не время t , а пройденный вагоном путь L . Функция распределения $F(L) = 1 - e^{-\lambda L}$ дает возможность вычислить вероятность P отцепки вагона на маршруте длиной L .

Прогноз интенсивности отцепок λ может быть сделан на основе статистических данных из автоматизированного банка данных грузовых вагонов (АБДВП). Большой объем

информации дает возможность статистически достоверно предсказывать частоту отцепок вагонов на 1 вагоно-км.

Предполагая, что неисправность, требующая отцепки вагона, может с одинаковой вероятностью возникнуть на любом фиксированном по длине отрезке пути следования, расчет вероятности P отцепки одного груженого вагона может быть осуществлен по формуле:

$$P = 1 - e^{-L \cdot \Psi_p \cdot (1-d) \cdot (1 \pm K)}, \quad (1)$$

где L – расстояние перевозки;

Ψ_p – частота отцепок вагонов на 1 вагоно-км;

K – сезонный коэффициент перевозки;

d – доля порожних вагонов, попавших в текущий ремонт.

При малых значениях величины $L \cdot \Psi_p$ вместо (1) можно использовать приближенную формулу

$$P_{gr} \approx L \cdot \Psi_p \cdot (1 - d) \cdot (1 \pm K). \quad (2)$$

Частота Ψ_p отцепок вагонов на один вагоно-км определяется по формуле:

$$\Psi_p = \frac{n_p}{\sum_{i=1}^k L_i},$$

где k – количество вагонов в базе данных;

$\sum_{i=1}^k L_i$ – общий пробег всех k вагонов (вагоно-км);

n_p – число отцепок вагонов в текущий ремонт.

Величина n_p может быть рассчитана по данным отраслевой статистической отчетности формы ВО-2 при известной доле вагонов каждого рода, поступивших в текущий ремонт.

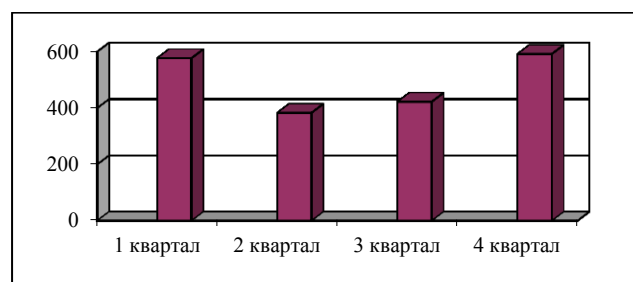


Рис. 1. Количество отцепок по кварталам

В осенне-зимнем периоде количество отцепок заметно возрастает. Указанное обстоятельство предлагается учитывать сезонным коэффициентом перевозки K . В формулы (1) и (2) этот коэффициент входит со знаком «плюс», если расчеты проводятся для осенне-зимний периода, и со знаком «минус» для весенне-летнего периода.

В статье рассматриваются только случаи отцепки груженых вагонов, т.к. в этом случае у перевозчика возможны убытки. Поэтому в формулу введен коэффициент d , исключаящий учет отцепок порожних вагонов.

РИСК ОТЦЕПКИ ВАГОНА В СОСТАВЕ

Предположим, что несколько одинаковых вагонов для перевозки груза объединены в один состав. Отцепка в процессе движения любого вагона из-за технической неисправности является событием, вероятность которого не зависит от выхода из строя других вагонов, т.е. отцепки рассматриваются как независимые события. Пусть вероятность отцепки каждого вагона одинакова. Если N – число вагонов в отправке, то имеем последовательность N независимых испытаний, в каждом из которых с одинаковой вероятностью P вагон может быть отцеплен из-за обнаружения технической неисправности в пути следования. Обозначим через n число вагонов, которые могут быть отцеплены. Вероятность $P(n; N)$ того, что на маршруте будут отцеплены n вагонов из N в отправке, может быть вычислена по формуле Бернулли [9]:

$$P(n; N) = C_N^n \cdot P^n \cdot (1 - P)^{N-n}, \quad (3)$$

где $C_N^n = \frac{N!}{n!(N-n)!}$ – сочетание из N элементов по n ($N! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot N$).

Наиболее вероятное количество вагонов $m(AB)$, которые могут быть отцеплены из-за обнаружения технической неисправности в пути следования, по маршруту от пункта A до пункта B определяется по формуле

$$m(AB) = N \cdot P = L \cdot N \cdot \psi_p \cdot (1 - d) \cdot (1 \pm K) \quad (4)$$

в том случае, когда $N \cdot P$ есть число целое. В других случаях наименее вероятное число отцепленных вагонов $m(AB)$ определяется из двойного неравенства

$$N \cdot P + P - 1 \leq m(AB) \leq N \cdot P + P.$$

Рассмотрим конкретный пример расчета вероятности отцепки вагонов в пути следования из-за технической неисправности. Исходные данные для расчетов: $L = 9882$ км; $N = 50$ вагонов; $\Psi_p = 0,00003741$; $d = 0,78$; $K = 0,162$. Перевозка осуществляется в весенне-летний период. Вероятность P отцепки вагона из-за обнаружения технической неисправности в пути следования определяется приближенно по формуле (2)

$$P_{pr} \approx 9882 \cdot 0,00003741 \cdot (1 - 0,78) \cdot (1 - 0,162) \approx 0,068.$$

Более точное значение P вычисляется по формуле (1)

$$P = 1 - e^{-0,068} = 0,066.$$

Наиболее вероятное количество вагонов $m(AB)$, которые могут быть отцеплены из-за обнаружения технической неисправности в пути следования, по маршруту от пункта A до пункта B задается двойным неравенством

$$3,4 + 0,066 - 1 \leq m(AB) \leq 3,4 + 0,066.$$

Этому неравенству удовлетворяет целое значение $m(AB) = 3$. Вероятность отцепки трех из пятидесяти вагонов в отправке вычисляется по формуле (3) при $n = 3$:

$$P(3; 50) = C_{50}^3 \cdot P^3 \cdot (1 - P)^{50-3} = 50 \cdot 0,066^3 \cdot (1 - 0,066)^{47} \approx 0,228.$$

Риск того, что из-за технической неисправности будут отцеплены один или два вагона, либо не будет отцеплено ни одного вагона, также определяется по формуле (3):

$$P(1; 50) = C_{50}^1 \cdot P^1 \cdot (1 - P)^{50-1} \approx 0,117.$$

$$P(2; 50) = C_{50}^2 \cdot P^2 \cdot (1 - P)^{50-2} \approx 0,202.$$

$$P(0; 50) = (1 - P)^{50} \approx 0,033.$$

Аналогично вычисляется вероятность отцепки любого количества вагонов. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1
Вероятность отцепки вагонов

Количество отцепленных вагонов	Вероятность
0	0,033
1	0,117
2	0,202
3	0,228
4	0,189
5	0,122
6	0,065
7	0,029
8	0,011
9	0,004

Рисунок 2 иллюстрирует изменение вероятностей риска отцепки вагонов.



Рис.2. Риск отцепок различного числа вагонов в отправке

Еще одной важной характеристикой рисков является интервальная оценка числа отцепок при заданной доверительной вероятности $P_{дов}$. С надежностью $P_{дов}$ можно утверждать, что количество отцепленных вагонов не может быть больше n_{max} . Максимальное количество отцепок n_{max} определяется из системы неравенств

$$P(n > n_{\max}) \leq 1 - P_{\text{дог}}, P(n > n_{\max} - 1) > 1 - P_{\text{дог}}.$$

Например, в рассмотренном примере получаем в качестве оценки максимального количества отцепок $n_{\max} = 8$ при доверительной вероятности $P_{\text{дог}} = 0,99$. В таблице 2 приведены результаты расчета максимального количества отцепок вагонов при различных значениях доверительной вероятности.

Таблица 2
Максимальное количество отцепок вагонов

Доверительная вероятность	0,8	0,9	0,95	0,99
Максимальное количество отцепок	5	6	7	8

Рисунок 3 иллюстрирует изменение максимального количества возможных отцепок вагонов.

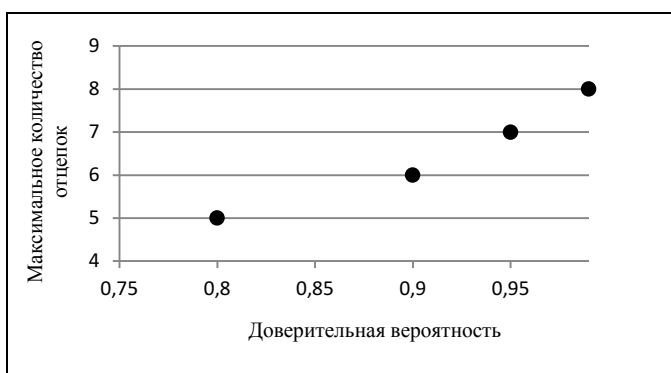


Рис.3. Интервальная оценка риска отцепок

ОТЦЕПКИ ВАГОНОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЕ МАРШРУТА

При переменной длине маршрута L вероятность P_L отцепки одного вагона из-за обнаружения технической неисправности имеет следующий вид:

$$P_L = 1 - e^{-L \cdot 0,00003741 (1-0,78) (1-0,162)} = 1 - e^{-L \cdot 0,0000069} \approx L \cdot 0,0000069.$$

Вероятность того, что вагон не будет отцеплен

$$Q_L = 1 - P_L = e^{-L \cdot 0,0000069}.$$

Если в составе N вагонов, то вероятность того, что отцепок не будет, вычисляется по теореме умножения вероятностей [9] для независимых событий

$$P_L(0; N) = Q_L^N = e^{-N \cdot L \cdot 0,0000069}.$$

В зависимости от расстояния перевозки меняется вероятность того, что будет отцеплен хотя бы один вагон, т.е. события противоположного отсутствию отцепок. Формула вычисления вероятности отцепки хотя бы одного вагона в зависимости от числа вагонов в отправке и длины маршрута имеет следующий вид:

$$P_L(n > 0) = 1 - P_L(0; N) = 1 - e^{-N \cdot L \cdot 0,0000069}.$$

В таблице 3 приведены результаты расчета изменения этой вероятности.

Таблица 3
Изменение вероятности отцепки вагонов

L	Вероятность отцепки хотя бы одного вагона		
	30 вагонов	50 вагонов	80 вагонов
0	0,00	0,00	0,00
500	0,10	0,16	0,24
1000	0,19	0,29	0,42
1500	0,27	0,40	0,56
2000	0,34	0,50	0,67
2500	0,40	0,58	0,75
3000	0,46	0,64	0,81
3500	0,52	0,70	0,86
4000	0,56	0,75	0,89
4500	0,61	0,79	0,92
5000	0,64	0,82	0,94
5500	0,68	0,85	0,95
6000	0,71	0,87	0,96
6500	0,74	0,89	0,97

Рисунок 4 иллюстрирует изменение вероятности отцепки хотя бы одного вагона в зависимости от расстояния перевозки при различном количестве вагонов в составе.

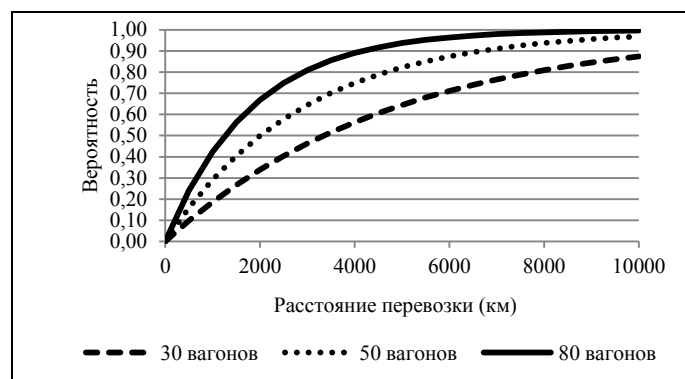


Рис. 4. Риск отцепки хотя бы одного вагона на разных маршрутах при различном количестве вагонов в отправке

При N вагонов в составе вероятность того, что будет отцеплен один вагон, можно вычислить по формуле Бернулли [9]:

$$P_L(1; N) = C_N^1 \cdot P_L \cdot Q_L^{N-1} = N \cdot (1 - e^{-L \cdot 0,0000069}) \cdot e^{-(N-1) \cdot L \cdot 0,0000069}.$$

Тогда формула вычисления вероятности того, что на маршруте из-за технической неисправности будут отцеплены два и более вагонов, имеет вид:

$$P(n > 1) = 1 - P_L(0; N) - P_L(1; N).$$

В таблице 4 приведены результаты расчета вероятности отцепок одного или двух вагонов из 50 вагонов в отправке, также вероятность отсутствия отцепок.

Таблица 4

Вероятности отцепок 1 или 2 вагонов

Количество отцепок <i>L</i>	нет отцепок	1 вагон отцеплен	2 вагона отцеплено
	Вероятность		
0 км	1	0	0
1000 км	0,707	0,246	0,042
2000 км	0,499	0,349	0,120
3000 км	0,352	0,371	0,192
4000 км	0,247	0,350	0,243
5000 км	0,173	0,309	0,270
6000 км	0,121	0,261	0,276
7000 км	0,084	0,214	0,266
8000 км	0,059	0,171	0,245
9000 км	0,041	0,134	0,218
10000 км	0,028	0,104	0,189
11000 км	0,019	0,079	0,160
12000 км	0,013	0,060	0,133
13000 км	0,009	0,045	0,108
14000 км	0,006	0,033	0,087
15000 км	0,004	0,025	0,069
16000 км	0,003	0,018	0,054
17000 км	0,002	0,013	0,042

На рисунке 5 показано, как в зависимости от расстояния перевозки меняются вероятности отцепок.

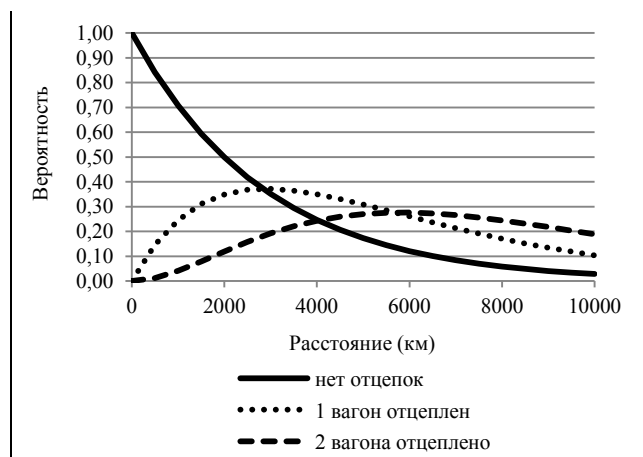


Рис. 5. Риск отцепок на различных маршрутах из 50 вагонов в отправке

При наличии в составе вагонов различного типа с разной частотой отцепки, следует для каждой части однотипных вагонов вычислить вероятность отцепки *n* вагонов. Затем по формуле полной вероятности [9] определить риск отцепки *n* вагонов из состава.

Рассмотрим конкретный пример. Пусть состав состоит из 30 вагонов типа I с вероятностью отцепки $P_I = 0,066$ и 20 вагонов типа II с вероятностью отцепки $P_{II} = 0,052$. Вероятность случайного выбора вагона первого типа $P(I) = 30/50 = 0,6$. Вероятность случайного выбора вагона второго типа $P(II) = 20/50 = 0,4$. Условные вероятности отцепки различных вагонов:

$$P_I(1; 30) = C_{30}^1 \cdot P_I^1 \cdot (1 - P_I)^{30-1} \approx 0,273;$$

$$P_{II}(1; 20) = C_{20}^1 \cdot P_{II}^1 \cdot (1 - P_{II})^{20-1} \approx 0,323.$$

Вычислить вероятность отцепки одного вагона любого типа можно по формуле полной вероятности:

$$P(1; 50) = P(I) \cdot P_I(1; 30) + P(II) \cdot P_{II}(1; 20) = 0,293.$$

Аналогично вычисляются риски отцепок любого числа вагонов разных типов.

Как показали расчеты, при имеющейся достаточно низкой надежности вагонного парка существует высокая вероятность отцепки вагонов в пути следования. На маршрутах протяженностью от 2500 км до 3000 км вероятность отцепки одного вагона близка к 0,37. На маршрутах же от 5500 км до 6000 км вероятность отцепки двух вагонов становится равной 0,27.

Эти выводы важны для протяженных транспортных коридоров, например, таких как Москва (Россия) – Ляньюньган (Китай) длиной 15212 км. В связи с увеличением объема грузопотоков между странами Европейского союза и Азиатско-Тихоокеанского региона [10] необходимо оценивать риски несвоевременной доставки грузов.

ОТЦЕПКИ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ЧИСЛЕ ВАГОНОВ

Полученные результаты можно обобщить на случай, когда число вагонов в составе заранее неизвестно, а является случайной величиной с заданным законом распределения. В этой работе мы принимаем, что число вагонов в составе равно $Z+1$, где Z – случайная величина, распределенная по закону Пуассона с параметром λ . Сдвиг на единицу исключает из рассмотрения фиктивный случай «составов» с нулевым количеством вагонов. Итак, вероятность того, что в составе имеется N вагонов, равна

$$q(N) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^{N-1}}{(N-1)!}, \quad (5)$$

где величина $\lambda + 1$ имеет смысл среднего числа вагонов в составе. При $\lambda = 49$ вероятность того, что в составе будет от 46 до 55 вагонов равна 0,53. Эта вероятность становится равной 0,85 при числе вагонов от 41 до 60. На рисунке 6 изображен график изменения вероятности для разного количества вагонов в составе.

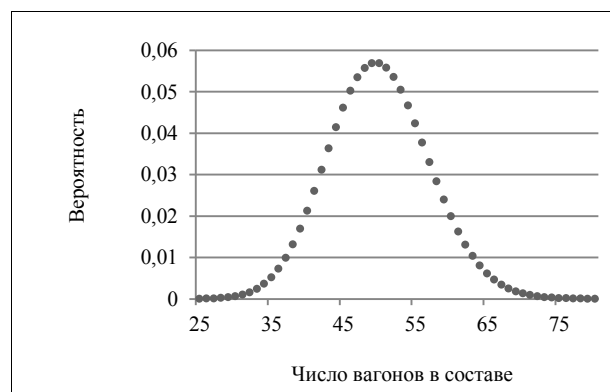


Рис. 6. Вероятности различного числа вагонов в составе

Вероятность отцепки n вагонов вычисляется по формуле полной вероятности [9]:

$$P(n) = \sum_N P(n; N) \cdot q(N). \quad (6)$$

Вероятность $P(n; N)$ отцепки n вагонов в составе, содержащем N вагонов, определяется по формуле (3). Отметим, что $P(n; N) = 0$, если $N < n$. Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5
Вероятность отцепки n вагонов

Количество отцепленных вагонов n	Вероятность $P(n)$
0	0,029
1	0,107
2	0,192
3	0,225
4	0,193
5	0,130
6	0,071
7	0,033
8	0,013
9	0,004

Отметим, что таблицы 1 и 5 различаются незначительно. Следовательно, на расчеты вероятности рисков отцепки изменчивость числа вагонов влияет не существенно, если среднее число вагонов фиксировано.

На рисунке 7 приведена кривая, соответствующая вероятности отцепки различного количества вагонов, рассчитанная по формуле (6). Как видно из рисунка, вероятное количество отцепляемых вагонов равно 3.

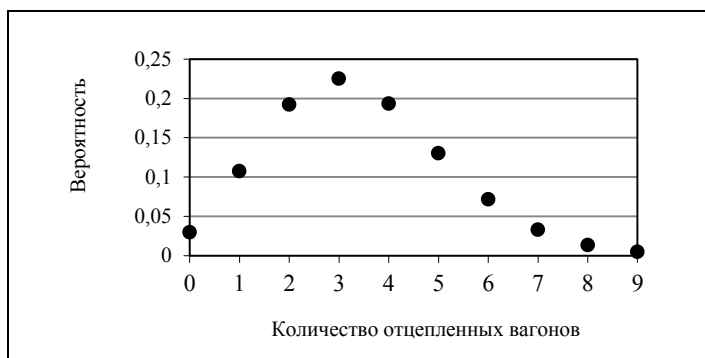


Рис. 7. Вероятности числа отцепляемых вагонов

Математическое ожидание, т.е. среднее число отцепляемых вагонов при переменном количестве вагонов в составе, определяется по формуле

$$n_{cp} = \sum_n nP(n) = \sum_n n \cdot \sum_N P(n; N) \cdot q(N).$$

Для выбранного набора ($L = 9882$ км; $N = 50$ вагонов; $\Psi_p = 0,00003741$; $d = 0,78$; $K = 0,162$) параметров $n_{cp} = 3,4$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассматривается методика расчета эксплуатационной надежности вагонного парка. При расчете вероятности отцепки одного вагона на маршруте из-за технической неисправности принят показательный закон распределения, аргументом которого является пройденный вагоном путь.

Прогноз интенсивности отцепок сделан на основе статистических данных из автоматизированного банка данных грузовых вагонов. Получена формула определения вероятности отцепки хотя бы одного вагона в зависимости от числа вагонов в отправке и длины маршрута. Вероятность того, что на маршруте будут отцеплены n вагонов из N в отправке, вычислена по формуле Бернулли для последовательности независимых испытаний.

Показан способ определения максимально возможного количества отцепленных вагонов при заданной доверительной вероятности. Полученные результаты обобщены на случай, когда точное число вагонов в составе заранее неизвестно.

Приведенные в статье зависимости вероятностей отцепок от расстояния позволяют оценить уровни безопасности движения в международных транспортных коридорах, где каждая железнодорожная администрация несет определенную долю ответственности за материальный ущерб, нанесенный грузу и подвижному составу в процессе перевозок по своей территории. Предлагаемая методика расчета эксплуатационной надежности вагонного парка может быть использована страховыми компаниями для обоснования уровней рисков и их финансового покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галтер В.В. Планирование затрат на текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов на основе пооперационного подхода: дис. канд. экон. наук. – Новосибирск, 2011. – 156 с.
2. Устич П.А. Вагонное хозяйство: учебник для вузов ж.-д. трансп. / Устич П.А., Хаба И.И., Ивашов В.А., под ред. П. А. Устича. – М.: Маршрут, 2003. – 559с.
3. Вологодина Л.Б. Совершенствование системы обеспечения безопасной эксплуатации грузовых вагонов на основе новых информационных технологий: автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2004. – 24с.
4. Иванов А.А. Определение параметров безопасности грузовых вагонов. Методические указания к практическим занятиям. / Иванов А.А., Устич П.А. – М.: МИИТ, 2009. – 40с.
5. Сирина Н.Ф. Теоретические основы технического обслуживания вагонов: методическое пособие для практических занятий/Сирина Н.Ф. – УрГУПС, 2005. – 36с.
6. Митюхин В.Б. Повышение эффективности вагонного хозяйства на основе использования новых информационных технологий: автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2002. – 25с.
7. Петров С.В. Методы обоснования нормативов межремонтной наработки грузовых вагонов: автореф. дис. канд. техн. наук. – М., 2013. – 23с.

8. Налабордин Д.Г. Оценка влияния уровня надежности и безопасности грузовых вагонов на параметры системы их технического обслуживания и ремонта: дис. канд. техн. наук. – Чита, 2015. – 209с.

9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. / В.Е Гмурман. – М.: Высшая школа, 1977. – 479с.

10. Шаповалова И.М. Основные направления повышения конкурентоспособности железнодорожных транзитных перевозок по территории Российской Федерации, Вестник АГТУ, сер.: экономика, Астрахань, АГТУ, 2012, №1, сс. 73-79.

ASSESSMENT OF RISKS DUE TO IN-TRANSIT UNCOUPLING OF CARS

Garbaruk V.V., Kraskovsky A.E., Fomenko V.N.

Petersburg State Transport University
Sankt-Petersburg, Russia
vmkaf@pgups.ru

Abstract. Relations are developed estimating risks of in-transit uncoupling of cars caused by technical malfunction depending on the number of cars in a train and haulage distance. The obtained results allow assessing safety level in international transit corridors where each local railway administration shares liability for damage to cargo and railway equipment in the course of transportation through their area of responsibility.

Keywords: risk, transportation route, train, car uncoupling, car fleet operation, freight wagon data base

REFERENCES

1. Galter V.V. *Planirovanie zatrat na tekushchii ottsepochnyi remont gruzovykh vagonov na osnove poprotsessnogo podkhoda: Dis. cand. ehkon. Sciences* [Cost planning for maintenance repairs of freight wagons with car uncoupling in a process-by-process approach: Thesis PhD in Economics]. – Novosibirsk, 2011. – 156 p.

2. Ustich P.A. *Vagonnoe khoziaistvo: uchebnik dlia vuzov zh.-d. transp* [Rolling stock: A textbook for railway transport universities] / Ustich P.A., Haba I.I., Ivashov V.A., edited by P.A. Ustich. – Moscow: Marshrut, 2003. – 559 p.

3. Vologdina L.B. *Sovershenstvovanie sistemy obespecheniia bezopasnoi ekspluatatsii gruzovykh vagonov na osnove novykh informatsionnykh tekhnologii: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk* [Development of the system insuring safely operating freight wagons basing on modern information technologies: Abstract of a PhD thesis in Engineering]. – Moscow, 2004. – 24 p.

4. Ivanov A.A. *Opreделение parametrov bezopasnosti gruzovykh vagonov: Metodicheskie ukazaniia k prakticheskim zanjatijam* [Characterization of security parameters for freight wagons. Guidelines for practical classes] / Ivanov A.A., Ustich P.A.– Moscow: MIIT, 2009. – 40 p.

5. Sirina N.F. *Teoreticheskie osnovy tehničeskogo obsluzhivaniia vagonov: metodicheskoe posobie dlja praktičeskikh zanjatij* [Theoretical foundations of the railway car technical maintenance: Guidelines for practical classes] / Sirina N.F. – UrGUPS, 2005. – 36 p.

6. Mityukhin V.B. *Povyshenie jeffektivnosti vagonnogo hozjajstva na osnove ispol'zovaniia novykh informacionnykh tekhnologii: avtoref. dis. kand. tehn. nauk.* [Enhancement of rolling stock effectivity using modern information technologies: Abstract of a PhD thesis in Engineering]. – Moscow, 2002. – 25 p.

7. Petrov S.V. *Metody obosnovaniia normativov mezhremontnoj narabotki gruzovykh vagonov: avtoref. dis. kand. tehn. nauk* [Methods substantiating the standards for between-repairs operation time: Abstract of a PhD thesis in Engineering]. – Moscow, 2013. – 23 p.

8. Nalabordin D.G. *Ocenka vlijaniia urovnja nadezhnosti i bezopasnosti gruzovykh vagonov na parametry sistemy ih tehničeskogo obsluzhivaniia i remonta: dis. kand. tehn. nauk* [Assessment of the influence of the freight wagon safety level on parameters of the car maintenance and repair system: PhD thesis in Engineering]. – Chita, 2015. – 209 p.

9. Gmurman V.E. *Teorija verojatnostej i matematičeskaja statistika* [Theory of probabilities and mathematical statistics] / V.E.Gmurman. – Moscow: Vysshaya shkola, 1977. – 479 p.

10. Shapovalova I.M. Basic tendencies in increasing competitiveness of railway transit carriage inside the Russian Federation, Vestnik AGTU, ser.:Economics [Osnovnye napravleniia povysheniia konkurentosposobnosti zheleznodorozhnykh tranzitnykh perevozok po territorii Rossijskoj Federacii, Vestnik AGTU, ser.: Jekonomika], Astrakhan, AGTU, 2012, No. 1, pp. 73-79.

Методика обнаружения и разрешения конфликтов программных средств защиты от кибератак на железнодорожном транспорте

Корниенко А.А., Поляничко М.А.

Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия
<mark.polyanichko@gmail.com>

Аннотация. В работе приводится методика автоматизированного обнаружения и разрешения конфликтов в комплексе программных средств защиты от кибератак на железнодорожном транспорте, основанный на использовании обобщенного показателя производительности.

Ключевые слова: программные средства защиты информации, обнаружение и разрешение конфликтов программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zaitsev, O. V. Adaptive configuration of conflicting applications. US Patent 7925874 B1, November 30, 2010.

2. Ding, Y., Guo, X., Su, H., Wang, Z., Zhao, S. Method and system for avoidance of software conflict. US Patent 20070180441 A1, December 22, 2006.

3. Mcmillan, J. J., Chirhart, G. D. Method and system of managing software conflicts in computer system that receive, processing change information to determine which files and shared resources conflict with one another. US Patent 7028019 B2, November 11, 1998.

4. Introduction to Monitoring Performance Thresholds, available at: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bd20x32d\(v=vs.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bd20x32d(v=vs.90).aspx).

Methodology of conflict detection and resolution in cyber attacks protection software on railway transport

Kornienko A. A., Polyanichko M. A.

Petersburg State Transport University
Sankt-Petersburg, Russia
<mark.polyanichko@gmail.com>

Abstract. This paper describes a method for automated detection and resolution method of conflicts in complex of information security software, based on the analysis of system performance.

Keywords: information security software, software conflict detection and resolution.

INTRODUCTION

Wide application of information technology and implementation of information management automated systems (IMAS) in various spheres of Russian Railways activity and integration of information security (ISS) software and hardware to ensure protection against cyber-attacks requires a solu-

tion to the problem of detecting and resolving software conflict interaction on railway transport.

CONFLICT DETECTION AND RESOLUTION

This problem is related to contradiction between the need to ensure conflict-free interaction between ISS and IMAS and failure of existing methods and tools to detect and analyze conflicts specific to ISS. It is also due to the minimal information about the detected conflicts embedded in operating systems events logging, high complexity of manual search and analysis of conflicts between different instances of ISS.

To solve this problem, the authors propose an original methodology to detect and resolve the conflict interaction be-

tween ISS and software objects of IMAS, which is based on the paradigm of defining their "potential" (logic) conflicts related to the "predisposition" of ISS to "aggression" in relation to other tools and systems, and recognition of a real conflict with regard to the undesirable effects (the decrease in performance of a software system, the failure of ISS, violation of dynamic correctness working and a loss of functionality, the appearance of vulnerabilities) [1].

The methodology is also based:

- on the choice of composite index of performance IMAS – integral characteristics which reflects the influence of ISS on the functioning of IMAS and sensitive to conflict interaction;

- on the formation of a set of rules and criteria - logical rules determine the degree of "potential" conflicts of ISS, fuzzy rules to identify adverse effects (reducing performance) and conflict detection (determine the state of conflict), the criterion for the recognition of the conflict (the classification of types of conflict - definition security software and a software object of conflict, the rules and criteria for conflict resolution, and formalizing procedures for maximum possible automation of processes;

- on the creation of a unified methodological support for discovery processes, pattern recognition (classification), resolution, and conflict prevention at the operation stage in the event and information security incidents management.

Note that the IMAS is formed by any software, including ISS, functioning as an integrated set of interrelated and interacting software components in a software environment comprising software components that are not directly included in the system, but influencing on the properties or change properties of the system components.

For detection and identification of conflicts between ISS and selected objects of IMAS a method of conflict detection ISS and IMAS is developed. The technique consists of creating a set-theoretic models of conflict interaction and the formation of logical rules that determine the degree of "potential" conflicts of ISS, in the choice of indicators and the common ratio, creating linguistic variables, forming the base of fuzzy rules and the decision of classification problem based on discriminant analysis.

Table 1

Models of conflicting object

Set	Description
$SZI = \{func_1, \dots, func_n\}$	$func_i$ – function called from security program
$DLL = \{func_1, \dots, func_n, size, dest\}$	$func_i$ – stored function called from security program
	size – library size
	dest – library destination
$func = \{name, param_1, \dots, param_n, r\}$	$param_i$ – parameters, passed to function
	name – function name
	rettype – return type.
$Param = \{name, type\}$	name – parameter name
	type – parameter type
$Type = \{type_1, \dots, type_n\}$	$type_i$ – type name
$SZI_{DLL} = \{dll_1, \dots, dll_n\}$	SZI_{REG_i} – registry keys used by security program
	dll – library description

$dll = \{path, name, size, date\}$	path – library path
	name – library name
	size – library size
	date – library creation date
$OS_{REG} = \{SZI_{REG_1}, \dots, SZI_{REG_n}\}$	SZI_{REG_i} – reg key stored in OS
	OS_{REG} – security programs that uses registry
$SZI_{REG} = \{regkey_1, \dots, regkey_n\}$	SZI_{REG_i} – registry keys used by security program
	$regkey$ – registry key
$regkey = \{path, name, type, data\}$	path – key path
	name – key name
	type – key type
	data – key data
$OS_{INI} = \{SZI_{INI_1}, \dots, SZI_{INI_n}\}$	SZI_{INI_i} – configuration files, used by security program
	OS_{INI} – all security programs, that use configuration files
$SZI_{INI} = \{section_1, \dots, section_n\}$	SZI_{INI_i} – configuration file, used by security program
	$section_i$ – section of configuration file
$section = \{name, var_1, \dots, var_n\}$	var_i – variable in section
$var = \{name, key\}$	name – variable name
	key – variable describing key
$key = \{value, type\}$	value – variable value
	type – variable type
$type \in \{int, float, string, path, bool\}$	int – integer variable
	float – float variable
	string – string variable
	path – destination variable
	boolean – logical variable

Determination of "potential" conflicts degree in ISS complex is possible only when adequate model that describes a software system and elements with potentially conflicting interaction. For this purpose, a set-theoretic model of conflict interaction of ISS and the following software objects (objects of conflict interaction) IMAS – dynamic DLLs; registry keys of operating systems; configuration files of ISS and logical rules for determining the extent of their "potential" conflicts. Under the degree of potential conflict refers to the numerical value returned by one of the generated logical rules.

System performance decrease is detected using analysis of ratio set, which is most sensitive for changes of measured resource state. In this paper processor, RAM and hard drive are analyzed. The second step of this procedure forms logical rules, describing potential conditions for a conflict. Logical function describes potential conflict of configuration files. Configuration files are used for storing software parameters. Program paths are often stored in these files. For several programs, working with the same directories, a conflict may occur because of simultaneous interaction with resources or it can affect data integrity.

$$IniConflict == \begin{cases} \psi_1, \forall i, j, k \exists l, n, m: (SZI_{INI_i} \subset OS_{INI} \wedge section_j \subset SZI_{INI_i} \wedge var_k \subset \\ \subset section_j) \equiv (SZI_{INI_l} \subset OS_{INI} \wedge section_n \subset SZI_{INI_l} \wedge var_m \subset section_n); \\ \psi_2, \forall i, j, k, z \exists l, n, m, q: \\ (SZI_{INI_i} \subset OS_{INI} \wedge section_j \subset SZI_{INI_i} \wedge var_k \subset section_j \wedge key_z \subset var_k = \\ = SZI_{INI_l} \subset OS_{INI} \wedge section_n \subset SZI_{INI_l} \wedge var_m \subset section_n \wedge \\ \wedge key_q \subset var_m) \wedge (key_z \subset var_k = path \vee key_q \subset var_m = path). \end{cases}$$

Logical function for dynamic libraries conflicts describes situations, when the function exists in a program, but is missing in a library, or when parameters or return value of called function are differ from those in a library.

$$DLLConflict = \begin{cases} \psi_{L1}, \forall i \exists j: func_i \subset SZI_{func} \equiv func_j \subset DLL; \\ \psi_{L2}, \exists i, j: (func_i \subset SZI_{func} \wedge rettype \in func_i \neq func_j \subset DLL \wedge \\ \wedge rettype \in func_j) \wedge (func_i \subset SZI_{func} \wedge name \in func_i = \\ = func_j \subset DLL \wedge name \in func_j); \\ \psi_{L3}, \exists i, j, k: (func_i \subset SZI_{func} \wedge param_k \in func_i \neq \\ \neq func_j \subset DLL \wedge param_k \in func_j) \wedge (func_i \subset SZI_{func} \wedge \\ \wedge name \in func_i = name \in func_j \wedge func_j \subset DLL); \\ \psi_{L4}, \exists i, j: func_i \subset SZI_{func} \wedge func_j \notin DLL. \end{cases}$$

where: $\Psi_L \{ \psi_{L1}, \psi_{L2}, \psi_{L3}, \psi_{L4} \}$ – a set of values that describes the degree of potential conflict;
 ψ_{L1} – no conflict;
 ψ_{L2} – function exists, return value does not match;
 ψ_{L3} – function exists, parameter set does not match;
 ψ_{L4} – function does not exist.

MODEL OF CONFLICT INTERACTION

Three models of conflict interaction in information security software are introduced in this paper:

1. Dynamic Link Library (DLL);
2. Registry keys of operation system;
3. Configuration files.

System performance decrease is detected using analysis of ratio set, which is most sensitive for changes of measured resource state. In this paper processor, RAM and hard drive are analyzed [3]. The second step of this procedure forms logical rules, describing potential conditions for a conflict. First logical function (1) describes potential conflict of configuration files. Configuration files are used for storing software parameters. Program paths are often stored in these files [4]. For several programs, working with the same directories, a conflict may occur because of simultaneous interaction with resources or it can affect data integrity.

During the last step of the procedure the classification of the state vector is performed. It is a good practice to use the discriminant analysis for determination of the type of conflict interaction. Discriminant analysis step is divided into two stages. At the first stage it is necessary to identify and formally describe the differences between the observed objects, on the second stage the new objects are classified and assigned to one of the several groups. Signs, used to distinguish one subset from another, are called discriminant variables.

For calculation of the composite indicator value of performance decreasing, fuzzy sets and linguistic variables are used, following the applying of linguistic rules:

$$\langle \beta, T, X, G, M \rangle, \quad (1)$$

where β = «proct»-linguistic variable name,
 $T = \{ \langle \text{«Low»}, \langle \text{«Normal»}, \langle \text{«High»}, \langle \text{«Critical»} \} -$

basic terms,

$$X = [0, 100],$$

$G = \{ \emptyset \}$ – procedure for generating new terms,

$$M = \{ \text{«Low»} = L(x, 25, 37.5); \text{«Normal»} = \pi(x, 25, 50); \text{«High»} = \pi(x, 50, 75); \text{«Critical»} = S(x, 75, 87.5, 100) \}.$$

Logical function for dynamic libraries conflicts describes situations, when the function exists in a program, but is missing in a library, or when parameters or return value of called function are differ from those in a library.

Developed methodology and algorithms allowed us to create a prototype of an automated system for detection and recognition of conflicts in the stages of implementation and operation of complex software protection against cyber attacks in IMAS, and also gave the possibility to develop efficient algorithms for automating resolution processes and conflict prevention.

Thus, further development of unified methodology and methodological support of the processes of conflict detection, resolution and prevention should be carried out in the system of information security incidents management. It involves the use of organizational measures and technical solutions in terms of automation conflict resolution processes associated with migration, disconnection, replacement, change of ISS environment, and virtualization.

Number of formal rules of conflict resolution for automated addressing the causes and consequences of conflicts are developed.

Resolution of identified conflict is automated, for example, upon dynamic libraries conflict detection (conflict resolution module can automatically perform the loading or moving the required libraries or issue an informational message in case of failure). To prevent a conflicts while modifying dynamic libraries associated with ISS, the conflict resolution module blocks potentially dangerous actions and notifies the operator. Performance decrease in one of the components of IMAS or reduction in its productivity is used to stop one of the conflicting ISS. Disabling one of ISS can leave the system unprotected, and therefore to resolve the conflict and preserve at least partial protection, you should consider disabling individual modules or introduct priority queues to disable ISS.

Conflict resolution mechanism included in the automated system monitors in the background mode the shared system resource usage and/or system resources use of separate ISS. Directly the function of conflict resolution is activated on the exceedance of critical levels of utilization of system resources and working system. It performs detailed analysis of information about software configuration, the results of which settings are changed to remove interference in the work of the conflicting applications. To adjust the settings of ISS information about known conflicting applications and rules of con-

Conflict resolution from the corresponding database is used as templates.

In this methodology IMAS is considered as a set, that includes ISS, system status information, performance rates and rates of potential conflict between system objects, which are gathered by program agent. It is possible to adjust detection by changing sensitivity threshold.

$IMAS = \{IMAS_{iss}, status, log, perf\ conflict, dll\ conflict, iniconflict, regconflict, threshold\}$,

$IMAS_{iss}$ – ISS complex in IMAS;

$status$ – system status;

log – event log;

$perf\ conflict$ – performance rate;

$dll\ conflict$ – dynamic library conflict rate;

$iniconflict$ – configuration conflict rate;

$regconflict$ – registry conflict rate.

Conflict resolution can be introduced as a function, which takes a conflict description as input parameter:

$resolve(conflict)$

$$= \begin{cases} restart(pszi_1), conftype = halt \wedge priority_1 < priority_2 \\ restart(pszi_2), conftype = halt \wedge priority_1 > priority_2 \\ stop(pszi_1), conftype = halt \wedge priority_1 = priority_2 \\ update(pszi_1, pszi_2), conftype = outofdate \end{cases}$$

If the system halts, it will restart an ISS with the lowest priority. In case the priority values are equal, one of the ISS will be stopped. If ISS are out of date, it will be updated.

Resolution methodology also includes pre-installation check. During the installation process, it is checked that the program meets all prerequisites. Automated resolution software tries to find any entries in conflict configuration database, it searches for similar or like configurations and their problems.

In general, the conflict is resolved in this order:

1. Program agent collects information and sends data on the input of conflict detection mechanism

2. In case, if a conflict is detected, it passes control to conflict prevention mechanism, which searches the conflict database and sends results to conflict resolution mechanism

3. Conflict prevention mechanism exchanges data with conflict database and adds data about the discovered conflict?, if nothing is found

4. Conflict resolution mechanism searches for solution, resolves conflict if possible and informs the administrator

CONCLUSION

Application of conflict detection method will improve the efficiency of system administration and will reduce the time, required for detection of conflict interaction existence. A rough estimate of the time, required to find the conflict, shows that the application of the proposed method can save up to 30% of the time, by providing a clear indication of the conflict.

REFERENCES

1. Zaitsev, O. V. Adaptive configuration of conflicting applications. US Patent 7925874 B1, November 30, 2010.
2. Ding, Y., Guo, X., Su, H., Wang, Z., Zhao, S. Method and system for avoidance of software conflict. US Patent 20070180441 A1, December 22, 2006.
3. Mcmillan, J. J., Chirhart, G. D. Method and system of managing software conflicts in computer system that receive, processing change information to determine which files and shared resources conflict with one another. US Patent 7028019 B2, November 11, 1998.
4. Introduction to Monitoring Performance Thresholds, available at: [http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bd20x32d\(v=vs.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bd20x32d(v=vs.90).aspx).

Структура программного комплекса моделирования информационного конфликта системы безопасности телекоммуникационного объекта РЖД с подсистемой нарушителя

Привалов А.А., Карabanов Ю.С., Королев А.И.
Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия
apivalov@inbox.ru, karabanov1994@yandex.ru,
alig.korolev@gmail.com

Сидоров С.И.
Московский государственный университет
приборостроения и информатики
Москва, Россия
4idisa@gmail.com

Аннотация: В статье приведены промежуточные результаты исследований, проводимых в рамках гранта «Комплексная модель информационного конфликта системы безопасности телекоммуникационного объекта с подсистемой нарушителя» и касающихся анализа угроз кибербезопасности, которым подвержены телекоммуникационные объекты (ТКО) на железнодорожном (ЖД) транспорте. Представлена структура программного комплекса, включающего в себя подсистему поддержки принятия решений и предназначенного для оценки уровня угроз информационной безопасности ТКО на основе использования известных методов исследования сложных систем.

Ключевые слова: Телекоммуникационный объект, узвимость, стохастическая сеть, системный подход, угроза, компьютерная атака.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт выполняет сегодня 85% грузооборота и 35% пассажирских перевозок в нашей стране. Нарушение работоспособности системы управления ЖД транспортом может привести к тяжелым последствиям, связанным с экономическими потерями, экологическим ущербом и человеческими жертвами. Поэтому вопросу обеспечения безопасности и непрерывности процесса управления уделяется особое внимание.

В условиях бурного развития технологий одна из наиболее важных стратегических задач на железнодорожном (ЖД) транспорте заключается в совершенствовании управления и оптимизации эксплуатационной работы на основе развития инфокоммуникационных систем.

Значительную роль в выполнении этих задач на железных дорогах играет технологическая связь, предназначенная для обеспечения эксплуатационной деятельности железнодорожного (ЖД) транспорта. Средства технологической связи обеспечивают:

- диспетчерское управление движением поездов, перевозочным процессом и содержанием

инфраструктуры ЖД транспорта (пути, энергетики, подвижного состава, автоматики и связи и других хозяйств);

- функционирование информационных и информационно-управляющих технологий, ЖД автоматики и технологий, обеспечивающих безопасность движения;
- взаимодействие участников выполнения технологических процессов эксплуатационной работ

Таким образом, технологическая связь пронизывает все сферы управления технологическим процессом, что, в свою очередь, актуализирует проблему обеспечения безопасности телекоммуникационных систем и ТКО, поскольку именно с их помощью осуществляется управление и координация деятельности всех автоматизированных подсистем ЖД транспорта.

Внедрение в автоматизированные системы управления (АСУ) продуктов современных инфокоммуникационных технологий влечет появление новых видов угроз безопасности, реализуя которые нарушитель осуществляет деструктивные воздействия на произвольные элементы инфраструктуры. В таких условиях традиционные принципы построения системы безопасности недостаточно эффективны. Это обусловлено тем, что в большинстве случаев анализу подлежат частные угрозы и реализуются типовые методы их предотвращения без учета особенностей деятельности должностных лиц и места защищаемых АСУ в цикле управления перевозочным процессом, структуры ТКО, технической оснащенности нарушителя и т.д.

Основной особенностью предлагаемого подхода к созданию программного комплекса моделирования информационного конфликта ТКО с подсистемой нарушителя является его системность, позволившая представить ТКО в виде совокупности взаимосвязанных функциональных узлов и возможных каналов, с использованием которых нарушитель может осуществить деструктивное воздействие на систему. При этом

предполагается, что ТКО подлежит атаке, направленной на совокупность всех имеющихся уязвимостей в системе безопасности объекта со стороны антагонистической многоагентной сети (АМАС), действующей по единому плану и замыслу.

На основании вышеизложенного, в структуру разрабатываемого в интересах администратора безопасности ТКО программного комплекса была включена и подсистема поддержки принятия решений, обеспечивающая не только осуществление оценки уровня безопасности объекта, но предоставление должностным лицам перечня первоочередных мероприятий, реализация которых обеспечит нейтрализацию актуальных для данного объекта угроз информационной безопасности.

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Инфокоммуникационные системы на ЖД транспорте являются распределенными и включают в свой состав множество взаимосвязанных подсистем. Поэтому для анализа их безопасности целесообразно использование методов исследования сложных систем, обеспечивающих комплексность получаемых решений и позволяющих исследовать динамику изменений, происходящих в системе

под воздействием внешних факторов, что невозможно при эмпирическом подходе или при исследовании реакции системы на непосредственное воздействие.

Таким образом, телекоммуникационный объект и подсистема нарушителя моделируется как стохастическая система, что позволяет исследовать взаимодействие элементов указанной системы с учетом воздействия на нее внешних факторов. Как следствие, появляется возможность оценивать угрозы информационной безопасности и производить прогностический анализ защищенности ТКО в произвольный момент времени текущего информационного конфликта.

Общая архитектура программного комплекса, реализующая вышеизложенный подход изображена на рис.1.

Основным элементом в рассматриваемой архитектуре является модуль математического моделирования компьютерных атак и добывания нарушителем данных по техническим каналам утечки информации (модуль 4).

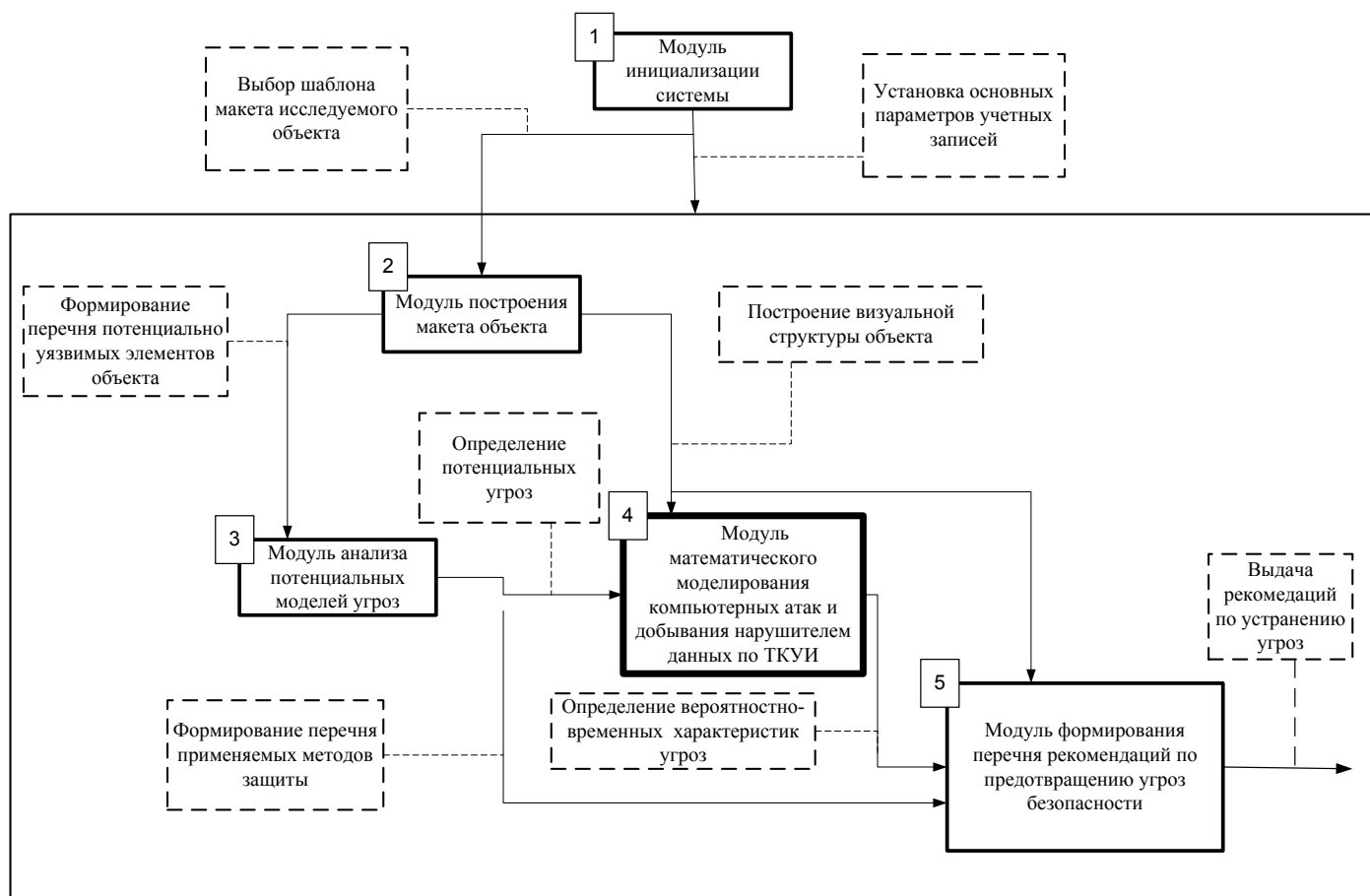


Рис. 1. Архитектура программного комплекса моделирования конфликта СБ ТКО с подсистемой нарушителя

Указанный модуль обеспечивает расчет вероятностно-временных характеристик процессов реализации нарушителем потенциально возможных угроз и формирует перечень тех из них, реализация которых наиболее вероятна. В свою очередь, потенциально возможные угрозы определяются в модуле 3, который по результатам опроса пользователя (администратора безопасности ТКО) относительно применяемых на ТКО методов защиты информации определяет функциональные узлы ТКО, наиболее подверженные риску воздействия, и потенциально возможные угрозы, которые могут быть реализованы в отношении них нарушителем.

Для того чтобы облегчить определение основных функциональных элементов и сделать структуру ТКО более наглядной, разработан модуль 2. На заключительном шаге в модуле 5 формируются рекомендации пользователю по устранению уязвимостей системы защиты и предотвращению угроз безопасности ТКО. Кроме того, поддержку системы осуществляет модуль, который разграничивает доступ пользователей программного комплекса, осуществляет его инициализацию и установку начальных параметров.

Таким образом, посредством описанных модулей осуществляется взаимосвязь подсистемы нарушителя, функциональной структуры ТКО, применяемых методов защиты, угроз безопасности, а также мер по их предотвращению и нейтрализации. Такой подход формирует у пользователя целостную картину защищаемого объекта и позволяет сформировать грамотное решение в отношении защиты ТКО.

Рассмотрим каждый модуль подробнее.

Модуль инициализации системы

Функциональная схема модуля инициализации системы представлена на рис. 2.

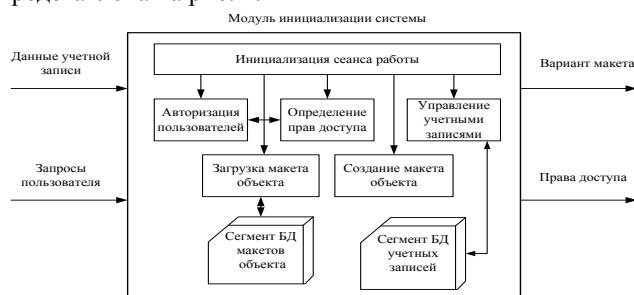


Рис. 2. Структура модуля инициализации системы

Данный модуль реализует механизм разграничения прав доступа на основе пары логин / пароль и определяет функционал системы, предоставляемый каждому конкретному пользователю в зависимости от группы, к которой он принадлежит. Кроме того, модуль обеспечивает добавление и удаление пользовательских профилей ТКО, а также редактирование параметров учетных записей. Модуль включает в себя также

подсистему аудита, предназначенную для контроля действий по авторизации пользователя в системе и выявления попыток несанкционированного доступа.

Хранение пары логин/пароль осуществляется в зашифрованном виде, а аутентификация пользователя реализуется путем сравнения значений hash-сумм введенных данных и соответствующих полей базы данных учетных записей.

Модуль построения макета объекта

Функциональная схема модуля представлена на рис. 3. Данный модуль предоставляет пользователю возможность построения графической модели объекта. Модель строится из отдельных блоков, каждый из которых относится к одной из групп (технические средства обработки информации, конструктивные элементы помещения, связующие каналы передачи информации). Кроме того, имеется возможность загрузки шаблона типового объекта, что ускоряет процесс построения модели. Таким образом, подготовка макета исследуемого объекта дает возможность наглядного представления его структуры и процессов обмена информационными потоками между отдельными устройствами.



Рис. 3. Структура модуля построения макета объекта

На основе созданной пользователем модели формируется логическая структура ТКО и определяются его основные параметры; эти данные в дальнейшем используются другими модулями системы. Кроме того, имеется возможность сохранения и загрузки ранее созданных конфигураций объектов, а также загрузки типовых шаблонов. Модуль реализует функции по редактированию базы данных графических блоков, что позволяет определять пользовательские элементы.

Модуль анализа потенциальных моделей угроз

Функциональная схема модуля представлена на рис. 4.

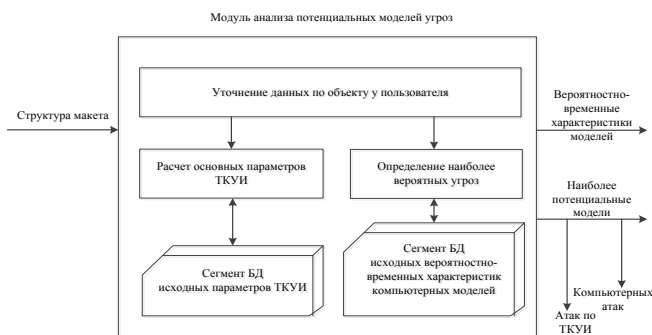


Рис. 4. Структура модуля анализа потенциальных угроз

Модуль реализует сбор дополнительной информации об исследуемом объекте путем проведения опроса пользователей. В процессе опроса пользователь задает ряд параметров, определяющих уровень защищенности объекта и общих технических средств и систем, либо непосредственно заносит их значения в соответствующие

поля формы, либо выбирая их из списка предоставляемых вариантов. Далее модуль производит обработку данных, получаемых из модуля построения макета объекта. Полученные в результате обработки данные являются исходными, на основе которых в последующих модулях программного комплекса производится анализ возможных угроз безопасности и оценка уровня защищенности ТКО. Модуль также реализует функции проверки корректности вводимых значений, что позволяет снизить вероятность ошибки при проведении дальнейшего анализа.

МОДУЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ АТАК И ДОБЫВАНИЯ НАРУШИТЕЛЕМ ДАННЫХ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ КАНАЛАМ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

Функциональная схема модуля моделирования компьютерных атак и добывания нарушителем данных по техническим каналам утечки информации представлена на рис. 4.

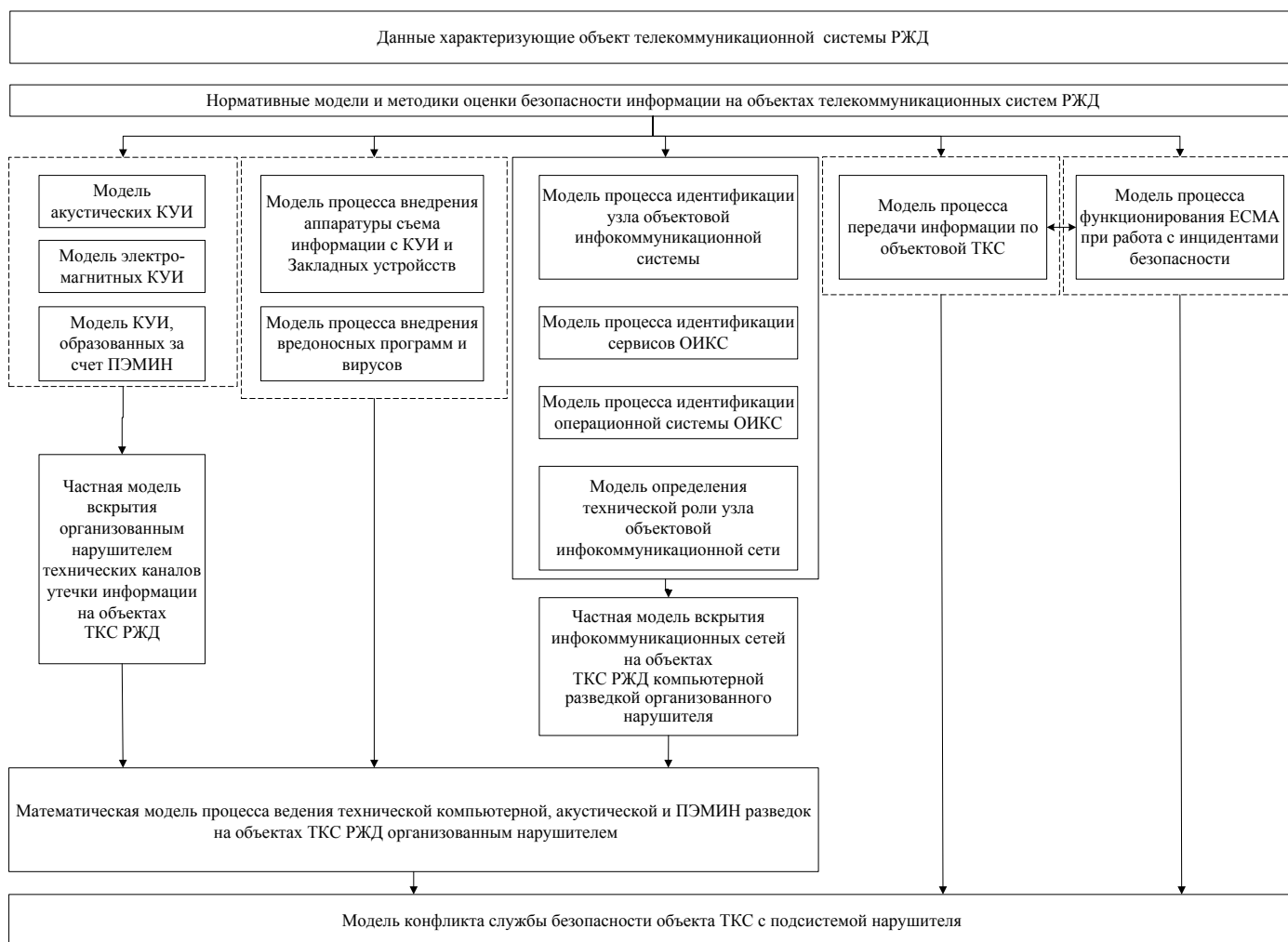


Рис. 5. Структура модуля математического моделирования компьютерных атак и добывания нарушителем данных по техническим каналам утечки информации

Модуль осуществляет многоуровневый анализ воздействий нарушителя на объект процесса и передачи информации между элементами ТКО. Комплексное моделирование процесса ведения разведки организованным нарушителем разделено на пять частей: моделирование вскрытия ТКУИ, моделирование вскрытия компьютерной сети ТКО, моделирование внедрения закладных устройств и вредоносных программ, моделирование функционирования ЕСМА и моделирование процесса передачи информации по объектовой телекоммуникационной системе (ТКС). Применяемый для моделирования компьютерных атак подход подробно описан в [8], а сами модели приведены в работах [1, 2, 5, 6, 7].

Конфликт системы безопасности ТКО с подсистемой нарушителя рис. 5 представляется как Марковский процесс с конечным числом состояний.

Опишем модель конфликта более подробно. Пусть система функционирует в условиях атак нарушителя на охраняемые сведения, утрата которых может привести к существенному экономическому, экологическому или иному ущербу. Под атакой здесь понимается совокупность согласованных по месту, времени и цели программно-аппаратных воздействий со стороны нарушителя на элементы ТКС для нанесения указанной системе существенного ущерба или вывода ее из строя.

Управление восстановлением ТКО и нейтрализацией последствий атак нарушителя осуществляет автоматизированная подсистема администрирования безопасности информации (АПАБИ).

Реализация нарушителем атак на ТКО приводит к изменению ее состояния, которое может быть зафиксировано оператором АПАБИ. При этом под состоянием будем понимать число атак, успешно реализованных нарушителем. Процесс восстановления безопасного и/или работоспособного состояния ТКО приводит к изменению пространства наблюдаемых системой информационного противоборства параметров, и нарушитель реализует следующую атаку на объектовую ТКС. Далее описанный процесс возобновляется.

Полученные на предыдущих этапах моделирования рис. 5 функции распределения времени вскрытия ТКО и ТКУИ с последующей реализацией атаки нарушителем (1), а также длительности цикла управления ТКО со стороны администратора службы безопасности (2) имеют вид:

$$F_{PA}(t) = \sum_{k=1}^n \frac{h(S_k)}{g'(S_k)} \cdot \frac{1 - e^{S_k t}}{-S_k} \quad (1)$$

$$F_{УТКО}(t) = \sum_{i=1}^m \frac{f(S_i)}{\varphi'(S_i)} \cdot \frac{1 - e^{S_i t}}{-S_i} \quad (2)$$

Положим, что рассматриваемый ТКО имеет n возможных состояний, и представим описанный в постановке задачи процесс в виде графа состояний рис. 6.

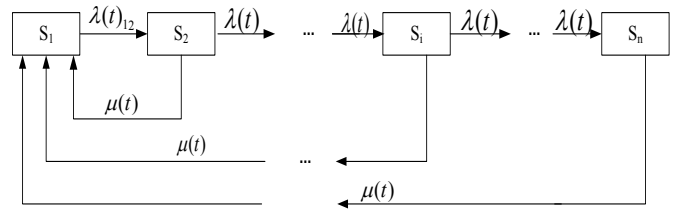


Рис. 6. Размеченный граф состояний ТКО

При этом:

S_1 – состояние безопасности информации в ТКО;
 S_2 – состояние ТКО, обусловленное успешной реализацией технической разведки и атаки нарушителем; интенсивность перехода в это состояние равна $\lambda_{12}(t)$;

S_i – состояние, в которое переходит ТКО в результате успешной реализации $(i - 1)$ -ой атаки нарушителем с интенсивностью $\lambda(t)$;

S_n – состояние, в которое переходит ТКО в результате успешной реализации $(n - 1)$ -ой атаки нарушителем с интенсивностью $\lambda(t)$.

На ТКО, пребывающий в состоянии $S_1, \dots, S_i, \dots, S_n$, воздействует поток восстановлений, имеющий интенсивность $\mu(t)$ и переводящий ее в состояние безопасности S_1 .

Составим систему уравнений Колмогорова.

$$\begin{aligned} \frac{dP_1(t)}{dt} &= \mu(t) \sum_{k=2}^n P_k(t) - P_1(t)\lambda_{12}(t), \\ \frac{dP_2(t)}{dt} &= P_1(t)\lambda_{12}(t) - P_2(t)\lambda(t) - P_2(t)\mu(t), \\ &\dots \\ \frac{dP_i(t)}{dt} &= P_{i-1}(t)\lambda(t) - P_i(t)\mu(t) - P_i(t)\lambda(t), \\ &\dots \\ \frac{dP_n(t)}{dt} &= P_{n-1}(t)\lambda(t) - P_n(t)\mu(t). \end{aligned} \quad (3)$$

Начальными условиями являются:

$$P_1(0) = 1, P_2(0) = 0, \dots, P_i(0) = 0, \dots, P_n(0) = 0$$

$$\sum_{k=1}^n P_k(t) = 1, (i = 1, 2, \dots, n)$$

Данная система дифференциальных уравнений может быть решена любым известным в математике методом.

С учетом (1) и (2) определим интенсивности потоков перехода ТКО из состояния в состояние:

$$\lambda_{12}(t) = \frac{f_{PA}(t)}{1 - F_{PA}(t)} = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{h(S_k)e^{S_k t}}{g'(S_k)}}{1 - \sum_{k=1}^n \frac{h(S_k)}{g'(S_k)} \cdot \frac{1 - e^{S_k t}}{-S_k}} \quad (4)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_{k=1}^n \frac{h(S_k)}{g'(S_k)} S_k e^{S_k t}}{\sum_{k=1}^n \frac{h(S_k)}{g'(S_k)} e^{S_k t}} \\
 \mu(t) &= \frac{f_{\text{УТКО}}(t)}{1 - F_{\text{УТКО}}(t)} = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{f(S_i) e^{S_i t}}{\varphi'(S_i)}}{1 - \sum_{i=1}^m \frac{f(S_i)}{\varphi'(S_i)} \cdot \frac{1 - e^{S_i t}}{-S_i}} = \\
 &= \frac{\sum_{i=1}^m \frac{f(S_i)}{\varphi'(S_i)} S_i e^{S_i t}}{\sum_{i=1}^m \frac{f(S_i)}{\varphi'(S_i)} e^{S_i t}}
 \end{aligned}$$

Анализ результатов информационного воздействия на реальные телекоммуникационные системы показывает, что для осуществления деструктивного воздействия нарушителю достаточно успешно реализовать не более трех атак. Поэтому, без потери общности, допустим, что $n = 4$.

Тогда граф состояний примет вид на рис. 7.

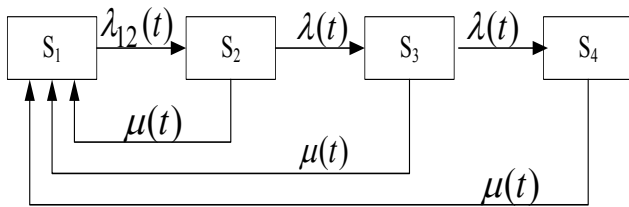


Рис. 7 Размеченный граф состояний ТКО при $n=4$

Тогда система уравнений (3) преобразуется к виду:

$$\begin{aligned}
 \frac{dP_1(t)}{dt} &= P_2(t)\mu(t) + P_3(t)\mu(t) + P_4(t)\mu(t) - P_1(t)\lambda_{12}(t), \\
 \frac{dP_2(t)}{dt} &= P_1(t)\lambda_{12}(t) - P_2(t)\lambda(t) - P_2(t)\mu(t), \\
 \frac{dP_3(t)}{dt} &= P_2(t)\lambda(t) - P_3(t)\lambda(t) - P_3(t)\mu(t), \\
 \frac{dP_4(t)}{dt} &= P_3(t)\lambda(t) - P_4(t)\mu(t).
 \end{aligned} \tag{5}$$

Начальные условия:

$$P_1(0) = 1, P_2(0) = 0, P_3(0) = 0, P_4(0) = 0;$$

$$\sum_{i=1}^4 P_i(t) = 1.$$

Решениями системы дифференциальных уравнений являются вероятности пребывания ТКО в состояниях $S_1 \dots S_4$, т.е.:

$$P_1(t) = \frac{\mu(t)}{\mu(t) + \lambda_{12}(t)} + \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 &+ \left(1 - \frac{\mu(t)}{\mu(t) + \lambda_{12}(t)}\right) \cdot e^{-(\mu(t) + \lambda_{12}(t))t}, \\
 P_2(t) &= -\frac{A(t)}{\alpha(t)} - \frac{\Lambda(t)}{\alpha(t) - M(t)} \cdot e^{M(t)t} + \\
 &+ \left(\frac{A(t)}{\alpha(t)} - \frac{\Lambda(t)}{\alpha(t) - M(t)}\right) \cdot e^{\alpha(t)t},
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned}
 P_3(t) &= \frac{A(t)\lambda(t)}{\alpha(t)^2} \cdot [1 + (\alpha(t)t - 1)e^{\alpha(t)t}] + \\
 &+ \Lambda(t)\lambda(t) \cdot \frac{e^{M(t)t} - [1 + (M(t) - \alpha(t))t]e^{\alpha(t)t}}{(M(t) - \alpha(t))^2};
 \end{aligned} \tag{8}$$

$$P_4(t) = 1 - P_1(t) - P_2(t) - P_3(t). \tag{9}$$

где:

$$A(t) = \frac{\mu(t)\lambda_{12}(t)}{\mu(t) + \lambda_{12}(t)}; \Lambda(t) = \lambda_{12}(t)\left(1 - \frac{\mu(t)}{\mu(t) + \lambda_{12}(t)}\right).$$

$$M(t) = -(\mu(t) + \lambda_{12}(t)); \alpha(t) = -(\lambda(t) + \mu(t)).$$

Время, в течение которого ТКО будет находиться в состоянии безопасности можно определить подстановкой в (6) вместо $P_1(t)$ значения уровня $P_{\text{треб}}$, предъявляемой к системе требований по безопасности. Полагая $\mu(t) = \text{const}$ и $\lambda_{12}(t) = \text{const}$, получим:

$$T = \frac{-\ln\left(\frac{-\mu + \mu \cdot P_{\text{треб}} + P_{\text{треб}}}{\lambda_{12}}\right)}{\mu + \lambda_{12}}, \tag{10}$$

где $P_{\text{треб}}$ – требуемое значение вероятности пребывания системы в состоянии безопасности.

Таким образом, разработанная модель является работоспособной, чувствительной к изменению исходных данных, адекватно отображает процесс разведки и атак нарушителя, а также процесс восстановления безопасного состояния объектов ТКС.

МОДУЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕЧНЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ

Функциональная схема модуля представлена на рис. 8. По данным, полученным от предыдущих модулей (параметры объекта и системы безопасности, возможные каналы утечки информации, наиболее актуальные угрозы), модуль производит сравнительный анализ параметров защищенности ТКО в соответствии с требованиями руководящих документов и формирует перечень мер и рекомендаций, направленных на устранение потенциальных уязвимостей в системе безопасности.

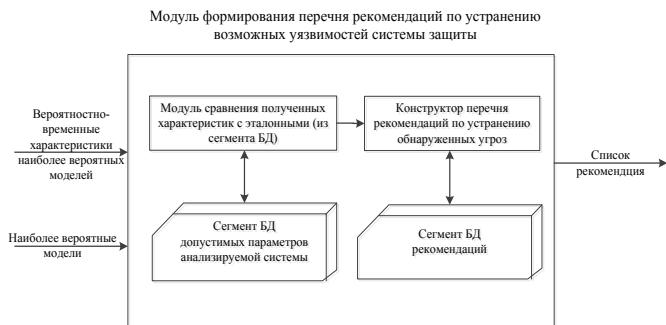


Рис. 8. Структура модуля формирования перечня рекомендаций по предотвращению угроз безопасности

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БАЗОЙ ДАННЫХ

Взаимосвязь функциональных элементов модулей и всего программного комплекса в целом осуществляется посредством базы данных, которая разделена на соответствующие логические сегменты (рис. 9).

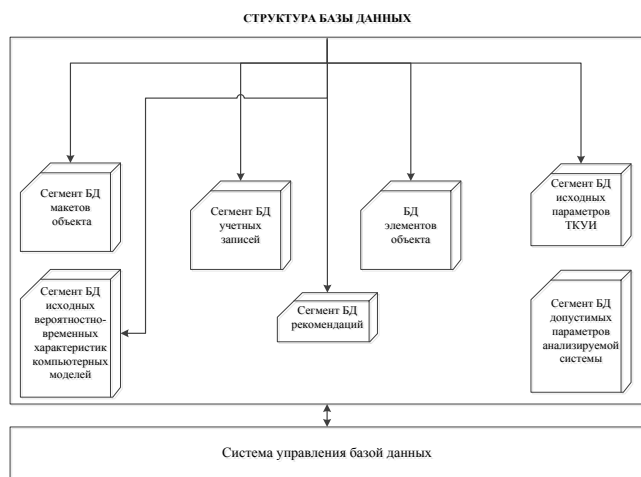


Рис. 9. Структура базы данных

Комплекс предусматривает систему управления базой данных, которая предоставляет функции по редактированию записей, разграничению доступа к элементам данных и обеспечению контроля целостности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в статье программный комплекс позволяет провести всеобъемлющий анализ угроз безопасности на основе строгих математических методов, что дает возможность выявить и устранить критические уязвимости в системе защиты ТКО. Благодаря этому, пользователь может значительно шире взглянуть на систему, в том числе и с точки зрения потенциального нарушителя и рационально распределить ресурсы на устранение обнаруженных угроз.

Системный подход, положенный в основу представленного комплекса, делает его универсальным. Применение комплекса совместно с системой сбора информации о структуре и произошедших событиях безопасности конкретного объекта делает возможным реализацию принципа проактивной защиты. Таким образом, комплекс является системой мониторинга и управления безопасностью нового поколения, обладающей широкими интеллектуальными возможностями в области представления, хранения, обработки и отображения информации и может стать ядром системы поддержки принятия управленческих решений в выработке адекватных контрмер по предотвращению угроз безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модель процесса подготовки злоумышленника к информационному воздействию на автоматизированные системы управления железнодорожным транспортом / Н. В. Евглевская, А. А. Привалов, Ал. А. Привалов // Электронный научный журнал: «Бюллетень результатов научных исследований». – СПб: Издатель: ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения», 2012. – Выпуск 5 (4). – С. 17-25.
2. Обобщенная модель информационного воздействия на автоматизированные системы управления техническими объектами/ Н. В. Евглевская, А. А. Привалов, Ал. А. Привалов //Журнал ВАК «Вопросы радиоэлектроники». Серия "Системы отображения информации и управления спецтехникой (СОИУ)". – М.: ОАО "ЦНИИ"Электроника", 2013. – Выпуск 1. – С. 155-164. [Входит в перечень ВАК].
3. Об утечке информации по техническим каналам на объектах телекоммуникационных систем / А. П. Вандич, Н. В. Евглевская, А. А. Привалов // Труды 68-ой научно-технической конференции, посв. Дню радио. – СПб.:СПбНТОРЭС, 2013. – С. 179-181.
4. Модель процесса вскрытия каналов утечки информации на объектах телекоммуникаций /А. А. Привалов, Н. В. Евглевская, Ал. А. Привалов // Журнал ВАК «Вопросы радиоэлектроники». – М.: Сер. СОИУ, 2014. – Вып. 1. –С. 156-161.
5. Подход к обеспечению кибербезопасности телекоммуникационных систем ОАО «РЖД» нарушителя / А. А. Привалов, Н. В. Евглевская // Труды XIII (ежегодной) Российской научно-технической конференции «Новые информационные технологии в системах связи и управления» открытого акционерного общества «Калужский научно-исследовательский институт телемеханических устройств». –04.06.2014
6. Модель процесса вскрытия параметров сети передачи данных оператора IP-телефонной сети компьютерной разведкой организованного нарушителя / А. А. Привалов, Н. В. Евглевская, К. Н. Зубков // Научное издание: «Известия Петербургского университета путей сообщения». Раздел: «Общетехнические задачи и пути их решения». – СПб.: Издатель: ФГБОУ ВПО

«Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 2014. – Выпуск 2 (39). – С. 106-111. [Входит в перечень ВАК].

7. Модель процесса передачи однопакетного сообщения в IP-сети // Е.В. Скуднева, Ю.С. Карабанов, В.О. Кириленко, Е.О. Болтенкова // Научное издание: «Известия Петербургского университета путей сообщения». Издатель: ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 2015.

8. Чемиренко В.П.. Методы математического моделирования систем и процессов связи. / Куделя В.Н., Привалов А.А., Чемиренко В.П, Петриева О.В.. – Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2009. – 368 с.

9. Гольдштейн Б.С. Сети связи: Учебник для ВУЗов / Б.С. Гольдштейн, Соколов Н.А., Яновский Г.Г. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. – 400 с.

10. Kotenko I., Polubelova O. Verification of Security Policy Filtering Rules by Model Checking // Proceedings of IEEE Fourth International Workshop on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications" (IDAACS'2011). Prague, Czech Republic, 2011. – pp. 706-710.

11. Bannon L., Bodker S. Constructing Common Information Spaces // Proceedings of the Fifth European Conference on Computer Supported Cooperative Work. 1997. – pp. 81-96.

Software system structure of telecommunicational object safety system modelling with violator's subsystem

Privalov A.A., Karabanov Yu.S., Korolev A.I.
Petersburg State Transport University
Saint-Petersburg, Russia
apivalov@inbox.ru, karabanov1994@yandex.ru,
alig.korolev@gmail.com

Sidorov S.I.
Moscow State University of Instrument Engineering and
Computer Science
Moscow, Russia
4idisa@gmail.com

Abstract: This paper proposes the preliminary research results funded by a grant given to a program "Information conflict complex model of a telecommunicational object security system with an intruder's computer subsystem". These results show the analysis of cyber security threats that a telecommunicational object (TcO) are subjected on railways. It is also given a structure of software system including a making decision support subsystem. It is designed to assess information security threat levels of TcO and based on commonly known complex system researches.

Keywords: Telecommunicational object, vulnerability, stochastic network, systems approach, threat, computer attack

REFERENCES

1. Evglevskaya N.V., Privalov A. A., Privalov A.I.A., Model the process of preparing the intruder to the information on the impact of automated control systems railway transport [Model' protsessa podgotovki zloumyshlennika k informatsionnomu vozdeystviyu na avtomatizirovannye sistemy upravleniya zheleznodorozhnym transportom] // «Bulletin of scientific research results». [Elektronnyy nauchnyy zhurnal: «Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy»], 2012. – no. 5 (4). – pp. 17-25.
2. Evglevskaya N.V., Privalov A. A., Privalov A.I. A., Generalized information model on the impact of automated technical objects control systems [Obobshchennaya model' informatsionnogo vozdeystviya na avtomatizirovannye sistemy upravleniya tekhnicheskimi ob'ektami] // «Electronic Questions» [Zhurnal VAK «Voprosy radioelektroniki»]. 2013. – № 1. – pp. 155-164.
3. Vandich A.P., Evglevskaya N.V., Privalov A. A. Leak information through technical channels at the facilities of telecommunication systems [Ob utechke informatsii po tekhnicheskim kanalam na ob'ektakh telekommunikatsionnykh sistem] // Proceedings of the 68th scientific and technical conference devoted to Radio Day [Trudy 68-oy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posv. Dnyu radio]. – 2013. – pp. 179-181.
4. Privalov A.A., Evglevskaya N.V., Privalov A.I. A. Model of the information leakage on telecommunications facilities opening channels process [Model' protsessy

vskrytiya kanalov utechki informatsii na ob'ektakh telekommunikatsiy] // «Electronic Questions» [Zhurnal VAK «Voprosy radioelektroniki»]. – 2014. - №. 1. pp. 156–161.

5. Privalov A.A., Evglevskaya N.V. Approach to intruder's cybersecurity telecommunication systems in JSC "RZD" [Podkhod k obespecheniyu kiberbezopasnosti telekommunikatsionnykh sistem OAO «RZhD» narushitelya] // Proceedings XIII (annual) of the Russian scientific and technical conference "New information technologies in communication systems and control" Open Joint Stock Company "Kaluga Research Institute Telemechanics" [Trudy XIII (ezhegodnoy) Rossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Novye informatsionnye tekhnologii v sistemakh svyazi i upravleniya» otkrytogo aktsionernogo obshchestva «Kaluzhskiy nauchno-issledovatel'skiy institut telemekhanicheskikh ustroystv»]. – 04.06.2014

6. Privalov A.A., Evglevskaya N.V., Zubkov K.N. The model of process operator's data network parameters opening in IP-telephony network by organized violator's computer exploration [Model' protsessy vskrytiya parametrov seti peredachi dannykh operatora IP-telefonnoy seti komp'yuternoy razvedkoy organizovannogo narushitelya] // Научное издание: «Известия Петербургского университета путей сообщения» [Nauchnoe izdanie: «Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya»], 2014. – № 2 (39). – pp. 106-111.

7. Skudneva E.V., Karabanov Yu.S., Kirilenko V.O., Boltenkova E.O., The process of the single-packet messages transferring over IP-networks model [Model' protsessy peredachi odnopaketnogo soobshcheniya v IP-seti] // Proceedings of Petersburg transport university [Nauchnoe izdanie: «Izvestiya Peterburgskogo universiteta putey soobshcheniya»], 2015.

8. Privalov A.A., Chemirenko V.P., Petrieva O.V., Mathematic modelling methods of connection systems and processes. [Metody matematicheskogo modelirovaniya sistem i protsessov svyazi] – Saint-Petersburg: Polytechnic University Publisher, 2009. – 368 p.

9. Goldstein B.S., Sokolov N.A., Yanovskiy G.G. Communication networks: Textbook for High Schools [Seti

svyazi: Uchebnik dlya VUZov]– Saint-Petersburg: BHV-Petersburg, 2011. – 400 p.

10. Kotenko I., Polubelova O. Verification of Security Policy Filtering Rules by Model Checking // Proceedings of IEEE Fourth International Workshop on "Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology

and Applications" (IDAACS'2011). Prague, Czech Republic, 2011. – pp. 706-710.

11. Bannon L., Bodker S. Constructing Common Information Spaces // Proceedings of the Fifth European Conference on Computer Supported Cooperative Work. 1997. – pp. 81-96.

Метод оценки маршрутов передачи сообщений в телематических сетях транспортных средств на основе логико-вероятностного метода

Глазунов В.В., Курочкин М.А., Попов С.Г.
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия
{neweagle, kurochkin.m}@gmail.com, popovserge@spbstu.ru

Аннотация. Развитие интеллектуальных транспортных систем крупных агломераций предполагает наличие развитой телематической компоненты, предоставляющей участникам дорожного движения информационные сервисы, использование которых повышает безопасность и обеспечивает экологичность городской среды обитания человека. Отличительной чертой телематической компоненты является высокая динамика связей в гетерогенных беспородных сетях транспортных средств. В этом случае формирование устойчивых путей передачи данных требует формирования критерия оценки качества возможных соединений с целью выбора наилучшего из них. В работе предложен метод оценки маршрутов передачи сообщений в динамических беспроводных сетях транспортных средств крупных агломераций. Сеть транспортных средств представлена графом, структура которого меняется во времени. Поиск оптимального маршрута передачи данных в произвольный момент времени должен обеспечиваться за полиномиальное время. Для решения этой проблемы предлагается строить оценки, используя логико-вероятностный метод, который позволяет получить аналитическое выражение функции вероятности доставки сообщения для s -связанного графа фиксированного размера. В этом случае время построения оптимального маршрута можно считать константным. Предложенный метод может быть использован для оценки качества маршрута в протоколах динамической маршрутизации сетевого уровня беспроводных сетей транспортных средств.

Ключевые слова: Функция вероятности доставки сообщений, интеллектуальная транспортная система, динамическая система, маршрут передачи сообщений, логико-вероятностный метод, mesh-сети.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большее внимание уделяется исследованиям проблем построения облачно-ориентированной mesh-сети автомобилей. Постоянное совершенствование средств передачи данных, сетевой аппаратуры, методов межсетевое взаимодействия и доступа к облачным сервисам позволяют ставить новые задачи предоставления информационных услуг абонентам информационных сетей. Особый интерес представляют задачи повышения качества обмена сообщениями абонентами транспортных сетей в процессе движения в зонах с неустойчивой связью с использованием протокола MQTT [1,2].

Обмен сообщениями между автомобилем и облачной средой осуществляется через выделенный транспортному средству канал связи с облаком, который организуется при помощи автомобильных телематических

устройств [3]. Качество обслуживания в облачно-ориентированной среде определяется надежностью оборудования сторонних производителей и качеством покрытия сотовых сетей [4].

В зонах с неустойчивой связью в качестве перспективного направления развития информационной сети рассматривается вариант организации подвижной самоорганизующейся локальной сети автомобилей с точками выхода в облачную среду [5]. Схема взаимодействия транспортных средств в локальной сети автомобилей с выходом в облачную среду приведена на "рис. 1".

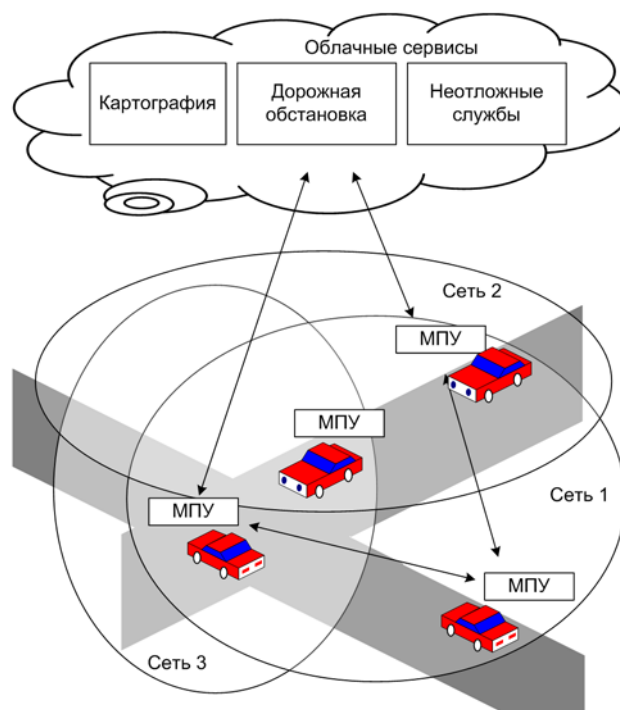


Рис. 1. Схема взаимодействия транспортного средства с облачной средой

В такой модели обмен сообщениями между автомобилем и облаком может осуществляться по нескольким альтернативным маршрутам, а совокупность автомобилей на трассе можно рассматривать как подвижную локальную сеть с изменяющейся топологией, составом и переменным числом точек обмена данными с облачной средой [5]. Поиск оптимального маршрута передачи данных в произвольный момент времени является ключевой проблемой

при проектировании облачно-ориентированной mesh-сети автомобилей. В настоящее время беспроводные способы передачи сообщений поддерживаются различными технологиями, такими как Wi-Fi (802.11bg), mesh (802.11s), DSRC, LTE(4G), UMTS(3G), которые аппаратно реализованы в форме мультипротокольного узла на борту транспортного средства [6,7,8].

В произвольный момент времени, в зависимости от расположения ретрансляторов, особенностей местности, интенсивности обменов и объема передаваемых данных, вероятность передачи сообщений у этих технологий может существенно различаться.

Таким образом, в момент времени T_i возникает задача выбора оптимальной технологии передачи сообщений между двумя абонентами.

Мобильные объекты, установившие момент времени T_i связь между собой по одной технологии образуют динамическую сеть. Конфигурация сети и надежность ее работы изменяется во времени.

Для обоснованного выбора наилучшей технологии передачи данных в момент T_i необходимо разработать формальный критерий. В данной работе в качестве такого критерия рассматривается вероятность передачи сообщения.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Динамическую сеть мобильных объектов можно представить в виде графа $G(U, L)$, где U_i – мобильный объект, L_{ij} – каналы связи между мобильными объектами. Каждая технология передачи данных задает некоторую подсеть, то есть G_m подграф $G_m \subset G(U, L)$. Пусть $F(G_m)$ функция вероятности передачи сообщения, определенная на подграфе G_m , T_i – момент времени передачи сообщения. В таком случае состоит в нахождении момента T_i , при котором $\max\{F G_m\}$, $m = 1 \dots n$.

Особенностью этой постановки задачи является ограничение на время вычисления F , так как динамика изменения параметров G_m очень высока.

Прототипом поставленной задачи могут служить работы Флойда, Левита [9], которые представляют фундаментальные исследования методов построения маршрутов на графах. Так в работе Дейкстры [10] приведены алгоритмы нахождения кратчайшего расстояния от одной из вершин графа до всех остальных, сложность такого алгоритма в худшем случае расценивается как $O(n^2)$.

Алгоритм Флойда-Уоршелла [9] имеет кубическую сложность $O(n^3)$, а алгоритм Левита, который является модифицированным алгоритмом Беллмана-Форда, в худшем случае дает экспоненциальное время. Однако на практике, рассмотренные алгоритмы демонстрируют хорошие результаты, показывая логарифмическое время $O(M \log N)$, где N – множество узлов графа, а M – множество ребер графа.

Приведенные подходы демонстрируют хорошие результаты для задач динамической маршрутизации на сетях с низкой динамической изменения сети, примерами программной реализации таких протоколов являются OSPF, BATMAN или IS-IS [2].

В тоже время реализация перечисленных алгоритмов для решения задачи в заявленной постановке не позволяет получить решение за линейное или константное время.

Но, несмотря на то, что алгоритмы поиска кратчайшего пути на графе относятся к задачам с полиномиальной сложностью, необходим постоянный пересчет всех маршрутов в графе по мере его изменения во времени [11].

Применение аппарата логико-вероятностного исчисления позволяет отойти от использования классических алгоритмов маршрутизации на графах и реализовать перерасчет путей к записи логических переменных и функций вероятности, которые позволяют реализовать быструю оценку наилучшего пути передачи за константное время в заранее подготовленной структуре [12].

ЛОГИКО-ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ

Суть логико-вероятностного метода (ЛВМ) заключается в использовании смешанной формы функции вероятности (СФФВ) [13], которая представляет компактную форму записи комбинации условных вероятностей. В ней параметры качества канала учтены в форме логических переменных и функций в показателях степени вероятностей некоторых событий.

Классический ЛВМ ориентирован на работу со статическими структурами [14], где граф связи между узлами зафиксирован на все время функционирования сети, а в процессе передачи изменяется работоспособность каналов связи. Сеть автомобилей представлена в виде направленного ациклического графа, где каждый узел является центром коммутации сообщений: каждое сообщение может быть передано n -му адресату, если существует, либо прямой путь до адресата, либо путь построенный из последовательности узлов по работоспособным каналам. Пример графа приведен на “рис. 2”.

Для обеспечения константного времени расчета маршрута для случая динамической системы предлагается ввести виртуальные узлы графа, которые обеспечивают управление появлением и исчезновением абонентов сети в конкретный момент времени T_i . Тогда расчетную формулу ЛВМ можно будет составить для случая максимального количества узлов, а работоспособность каналов в виртуальных узлах до фактического появления абонента в сети положить нулевой.

Рассмотрим реализацию логико-вероятностного метода для построения оценки вероятности передачи сообщений от автомобиля A_n к A_1 в заданный момент времени T_i в сети, при неполном оповещении узла о состоянии сети [13].

Условие работоспособности системы определим следующим образом: система работоспособна, если существует хотя бы один работоспособный маршрут из узла n в узел 1. В свою очередь маршрут считается работоспособным, если работоспособны все его элементы: узлы и каналы связи.

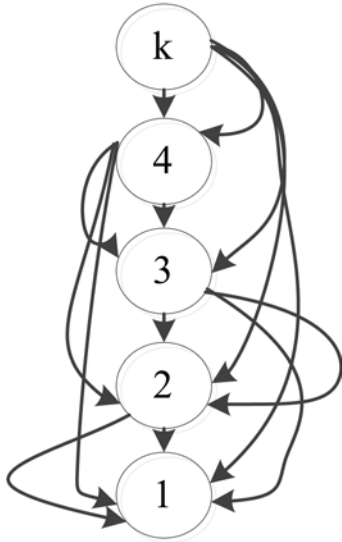


Рис. 2. s-связный ориентированный граф

Введем следующие обозначения:

R_k – вероятность доставки сообщения.

s – количество связей в графе (сети).

n – количество узлов в графе (сети).

$C_{k,s}$ – логическая функция успешности связи узлов.

ki_{ks} – ряд приоритетности канала связи, задается коэффициентом работоспособности k_s -го канала связи.

P_k – полная вероятность работоспособности k -го канала связи.

x_k – логическое значение работоспособности k -го узла.

$x_{k,k-1}$ – логическое значение работоспособности канала связи между $k-1$ и k -м узлом.

Q_k – вероятность отказа k -го канала связи.

Для каждого узла определены ряды приоритетности каналов связи

$ki_{k1}, ki_{k2}, \dots, ki_{ks}, (k > s), ki_{k1}, ki_{k2}, \dots, ki_{k,k-1} (k \leq s)$

Для определенности будем считать, что передача сообщения ведется по исправному каналу связи: в направлении узла с наименьшим номером. Тогда ряды приоритетности всех маршрутов от узла k и 1 имеют вид $(k, k-s), (k, k-s+1), \dots, (k, k-1)$ при $k > s$ и $(k, 1), (k, 2), \dots, (k, k-1)$ при $(k \leq s)$.

Режим неполного оповещения узла о состоянии сети соответствует ситуации неопределенности состояния всех элементов маршрута, как узлов, так и связей, по которому передается сообщение. В случае отказа одного или нескольких элементов маршрута сообщение будет потеряно.

Логико-вероятностный метод оценки вероятности доставки сообщения от узла k к узлу 1, состоит из двух этапов:

1) Построение логической функции успешности связи k -го узла с 1.

2) Построение формулы полной вероятности успешности связи k -го узла с 1.

Выполнение второго этапа осуществляется методом замещения логических переменных и построения смешанной формы функции вероятности (СФФВ).

Рассмотрим первый этап [11].

Найдем расчетную формулу R_k для вероятности доставки сообщения от k -го узла. Обозначим через f_k логическую функцию успешности связи узлов k и 1. Тогда f_k можно составить следующие рекуррентные соотношения:

$$f_k = x_k (x_{k,k-s} f_{k-s} \vee x'_{k,k-s} (x_{k,k-s+1} f_{k-s+1} \vee \dots \vee x'_{k,k-s} (x_{k,k-2} f_{k-2} \vee x'_{k,k-2} x_{k,k-1} f_{k-1} \dots))), s+1 \leq k \leq n, n > s, \quad (1)$$

где n – количество узлов графа, x_k – логическая переменная отражающая состояние работоспособности k -го узла.

x'_k – логическая переменная отражающая состояние неработоспособности k -го узла.

Логическая функция f_k отражает все множество вариантов передачи сообщения в s -связном ориентированном графе. Так например, выражение $x_k x_{k,k-s} f_{k-s}$ интерпретируется как передача сообщения через узел с использованием маршрута $x_{k,k-s}$ и рекуррентным отношением логической функцией для значения f_{k-s} . Тогда при отказе маршрута $x'_{k,k-s}$, будет использоваться маршрут $x_{k,k-s+1}$ и расчет рекуррентной функции для f_{k-s+1} .

В случае $2 \leq k \leq s$, функция будет следующей:

$$f_k = x_k (x_{k,1} f_1 \vee x'_{k,1} (x_{k,2} f_2 \vee \dots \vee x'_{k,k-3} (x_{k,k-2} f_{k-2} \vee x'_{k,k-2} x_{k,k-1} f_{k-1} \dots))), 2 \leq k \leq s. \quad (2)$$

Второй этап.

В силу ортогональности слагаемых в формуле 2 замещение логических переменных в выражении выполняется независимо в каждом слагаемом отдельно. Смешанная форма функции вероятности принимает следующий вид:

$$P^{(k-1)}(f_{k-1}, \dots, f_{k-s}) = R_k (1 - L_{k,k-s}^{f_{k-s}} + \sum_{i=k-s+1}^{k-1} \prod_{j=1}^{i-k+s} L_{k,i-j} (1 - L_{k,i}^{f_i})), s+1 \leq k \leq n-1; \\ P_k^{(k-1)}(f_{k-1}, \dots, f_1) = R_k (1 - L_{k,1}^{f_1} + \sum_{i=2}^{k-1} \prod_{j=1}^{i-1} L_{k,i-j} (1 - L_{k,i}^{f_i})), 2 \leq k \leq s; \quad (3)$$

где P – расчетное значение полной вероятности доставки сообщения из n -го узла в 1-й, Q_k – вероятность отказа k -го узла, R_k – вероятность работоспособности k -го узла.

$Q_{k,k-s}$ – вероятность отказа маршрута между k -м и $k-s$ -м узлом, $R_{k,k-s}$ – вероятность работоспособности маршрута между k -м и $k-s$ -м узлом.

По аналогии замещение проводится для каждого слагаемого выражения (3). При этом удобно начинать замещение в функциях с малыми k .

Проведя все замещения, получим выражение для функции полной вероятности доставки сообщения, из k -го узла в 1-й. Согласно (3) для произвольного номера $k \leq s$ получаем:

$$P_k = R_k(C_{k,1}P_1 + L_{k,1}(P_2C_{k,2} + L_{k,2}(C_{k,3}P_3 + \dots + L_{k,k-2}C_{k,k-1}P_{k-1}))). \quad (4)$$

Аналогично для $k > s$:

$$P_k = R_k(C_{k,k-s}P_{k-s} + L_{k,k-s} \times (C_{k,k-s+1}P_{k-s+1} + \dots + L_{k,k-2}C_{k,k-1}P_{k-1}))). \quad (5)$$

Таким образом, зная вектор значений вероятностей работоспособности R_i и R_{ij} можно рассчитать вероятность передачи сообщения от k -го узла к 1, для каждого канала связи. Для m доступных каналов связи легко получить m значений вероятности передачи сообщения, причем вычислительная сложность оценки будет не выше линейной.

Рассмотрим пример расчета вероятности передачи сообщения для сети из k узлов для двух разных каналов. Топология сети приведена на "рис. 3".

Для первых четырех узлов пример расчета приведен ниже в формулах (6, 7). Расчет элементов до k -го элемента осуществляется по формуле СФФВ (4) рекуррентно с подстановкой соответствующих $i - 1$ состояний.

Логическая функция успешности связи узлов принимает вид:

$$\begin{aligned} f_4(P_4 = 1) &= x_4(x_{34}x_3 \vee x_{24}f_2 \vee x_{41}x_1), \\ f_4 &= x_1(x_{34}f_3 \vee x_{24}f_2 \vee x_{41}f_1), \\ f_3 &= x_3(x_{23}f_2 \vee x_{13}f_1), \\ f_2 &= x_2(x_{12}f_1), \\ f_1 &= x_1. \end{aligned} \quad (6)$$

Данная формула рассчитана на основе формулы (1). Далее перейдем к СФФВ:

$$\begin{aligned} P_2 &= R_2R_{21}R_1, \\ P_3 &= R_3R_1(R_{31} + L_{31}R_{32}R_2R_{21}), \\ P_4 &= R_4R_1(R_{41} + L_{41}R_{42}R_2R_{21} + L_{42}R_{43}R_3(R_{31} + L_{31}R_{32}R_2R_{21})). \end{aligned} \quad (7)$$

Полученные значения P_k – вероятность доставки сообщения посредством каналов A и B , Для k -го узла рекуррентное соотношение вычисляется по формуле (4).

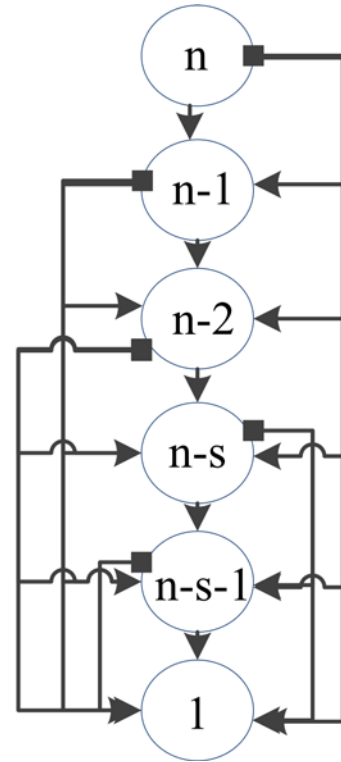


Рис. 3. Топология сети для расчета вероятности передачи сообщения

Для расчета численного значения вероятности доставки сообщения первого канала (a), требуется задать вектор вероятностей работоспособности узлов и каналов связи:

Вектор $R_A = \{r_1^A, r_2^A, r_3^A, r_4^A, \dots, r_k^A\}$ работоспособность узлов. Задается в диапазоне $0 \leq r_i \leq 1$.

Вектор $S_A = \{r_{ij}^A, \dots, r_{43}^A, r_{42}^A, r_{41}^A, r_{32}^A, r_{31}^A, r_{21}^A\}$, $2 \leq i \leq k, 1 \leq j \leq k - 1$ вероятности работоспособности каналов связи между ij . Задается в диапазоне $0 \leq r_{ij} \leq 1$.

Для второго канала связи (b) состояние узлов и связей определяют значения $R_B = \{r_1^B, r_2^B, r_3^B, \dots, r_k^B\}$, $S_B = \{p_{ij}^B, \dots, p_{43}^B, p_{42}^B, p_{41}^B, p_{32}^B, p_{31}^B, p_{21}^B\}$

После подстановки выражений в формулу (), результирующее выражение позволит оценить величины: P_k^A и P_k^B .

Наибольшее из двух значений значение P_k для сетей A и B определит канал связи a или b , по которому будет передано сообщение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Логико-вероятностный метод построения оценки качества канала в алгоритмах маршрутизации сообщений позволяет сократить время расчета вероятности доставки сообщения для заданного канала связи в автомобильных сетях транспортных средств и определить лучший вариант пе-

редачи сообщений в произвольный момент времени. Преимуществом этого подхода является возможность найти аналитическое решение в общем случае при неполноте исходных данных о состоянии элементов сети. Применение метода обеспечит снижение объемов трафика в облачно-ориентированных mesh-сетях транспортных средств крупных агломераций [15]. Дальнейшим развитием метода может стать оценка качества канала с учетом восстановления передачи данных в случае аварийного прерывания сеанса связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hunkeler U., Tmng H. L., Stanford-Clark A. MQTT-S; A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks // Communication Systems Software and Middleware and Workshops, 2008. COMSWARE 2008. 3rd International Conference on. 2008. " – Jan. P. 791-798.
2. Vadim G., Oleg G., Leonid K. et al. An experimental comparison of dynamic routing protocols in mobile networks // Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 2014 11th International Conference on. Vol. 02. 2014. "– Sept. P. 775-782.
3. Zaborovskiy V., Lukashin A., Popov S., Vostrov A. Adage mobile services for its infrastructure. ITS Telecommunications, 13th International Conference on, 2013, Pp. 127-132.
4. Sardis F., Mapp G., Loo J. et al. On the Investigation of Cloud-Based Mobile Media Environments With Service-Populating and QoS-Aware Mechanisms // Multimedia, IEEE Transactions on. 2013. Vol. 15, no. 4. P. 769-777.
5. Bitam S., Mellouk A. ITS-cloud: Cloud computing for Intelligent transportation system // Global Communications Conference (GLOBECOM), 2012 IEEE. 2012. P. 2054-2059.
6. Msadaa I. C, Cataldi P., Filali F. A Comparative Study between 802.lip and Mobile WiMAX-based V2I Communication Networks // Proceedings of the 2010 Fourth International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies. NGMAST '10. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010. P. 186-191. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/NGMAST.2010.45>.
7. Li C, Han X., Sun Y. Design of dynamic vehicle navigation terminal based on GPS/GPRS // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 472. P. 237-241. cited By 1. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84892777150&partnerID=40&md5=907715a6db2f9b5866316a168able5ff>.
8. Cai M., Liang C, Chen W., Su H. Realtime vehicle routes optimization by cloud computing in the principle of TCP/IP // Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2013 10th International Conference on. 2013. "– July. P. 113-118.
9. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms. 2 edition. The MIT Press, 2001.
10. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs. Numerische Mathematik, 1959, Vol. 1, Pp. 269-271.
11. Bryant R. Graph-Based Algorithms for Boolean Function Manipulation. IEEE Trans. Comput. 35, 8. 1986. Pp. 677-691.
12. Balan A. O. An Enhanced Approach To Network Reliability Using Boolean Algebra. An Honors Thesis presented to the Departments of Computer Science and Mathematics of Lafayette College on May 16, 2003, Pp. 1-43.
13. Рябинин И.А. Черкесов Г.Н. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем. М.: Радио и связь, 1981. – 264 с.
14. Ito M. Probabilistic Communication Net as a Nonoriented Graph. Reliability, IEEE Transactions on. 1975, Vol. R-24, no. 3, Pp. 196-198.
15. Glazunov V., Kurochkin L., Kurochkin M., Popov S. Instrumental environment of multiprotocol cloud-oriented vehicular mesh network. ICINCO, 2013, Vol. 1, Pp. 568-574.

Method for estimating routing messages in the telematic network of vehicles based on of logical-probabilistic method

Glazunov V.V., Kurochkin M.A., Popov S.G.

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
St.Petersburg, Russia

{neweagle, kurochkin.m}@gmail.com, popovserge@spbstu.ru

Abstract. The development of intelligent transport systems of large agglomerations presupposes extended telematics components, which provides the participants the information service, the use of which improves safety and provides the stability of the urban human habitat. A distinctive feature of the telematics components is high dynamics of relationships in heterogeneous networks mongrel vehicles. In this case, the formation of stable

data path requires forming possible criterion for evaluating the quality of connections in order to select the best one. The paper presents a method estimating a messages routing in dynamic wireless networks of vehicles. Networks of vehicles has represented a graph structure which varies in time. in the large agglomerations. Optimal route search data at any given time should be provided in polynomial time. To solve this problem, we propose to

build evaluation using the logical-probabilistic method, which allows to obtain an analytical expressions of the probability function to deliver a message for s-connected graph of fixed size. In this case, the time for constructing an optimal route can be considered constant. Proposed method can be used to assess the

quality of the route in the dynamic wireless network on the network level of OSI model.

Keywords: Function of the probability of message delivery, intelligent transport systems, dynamical systems, route messaging, logical and probabilistic methods, mesh-network

REFERENCES

1. Hunkeler U., Tmang H. L., Stanford-Clark A. MQTT-S; A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks // Communication Systems Software and Middleware and Workshops, 2008. COMSWARE 2008. 3rd International Conference on. 2008. "— Jan. P. 791-798.
2. Vadim G., Oleg G., Leonid K. et al. An experimental comparison of dynamic routing protocols in mobile networks // Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 2014 11th International Conference on. Vol. 02. 2014. "— Sept. P. 775-782.
3. Zaborovskiy V., Lukashin A., Popov S., Vostrov A. Adage mobile services for its infrastructure. ITS Telecommunications, 13th International Conference on, 2013, Pp. 127-132.
4. Sardis F., Mapp G., Loo J. et al. On the Investigation of Cloud-Based Mobile Media Environments With Service-Populating and QoS-Aware Mechanisms // Multimedia, IEEE Transactions on. 2013. Vol. 15, no. 4. P. 769-777.
5. Bitam S., Mellouk A. ITS-cloud: Cloud computing for Intelligent transportation system // Global Communications Conference (GLOBECOM), 2012 IEEE. 2012. P. 2054-2059.
6. Msadaa I. C, Cataldi P., Filali F. A Comparative Study between 802.11p and Mobile WiMAX-based V2I Communication Networks // Proceedings of the 2010 Fourth International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies. NGMAST '10. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010. P. 186-191. URL: <http://dx.doi.org/10.1109/NGMAST.2010.45>.
7. Li C, Han X., Sun Y. Design of dynamic vehicle navigation terminal based on GPS/GPRS // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vol. 472. P. 237-241. cited By 1. URL: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84892777150&partnerID=40&md5=907715a6db2f9b5866316al68able5ff>.
8. Cai M., Liang C, Chen W., Su H. Realtime vehicle routes optimization by cloud computing in the principle of TCP/IP // Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2013 10th International Conference on. 2013. "— July. P. 113-118.
9. Cormen T. H., Leiserson C. E., Rivest R. L., Stein C. Introduction to Algorithms. 2 edition. The MIT Press, 2001.
10. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs. Numerische Mathematik, 1959, Vol. 1, Pp. 269-271.
11. Bryant R. Graph-Based Algorithms for Boolean Function Manipulation. IEEE Trans. Comput. 35, 8. 1986. Pp. 677-691.
12. Balan A. O. An Enhanced Approach To Network Reliability Using Boolean Algebra. An Honors Thesis presented to the Departments of Computer Science and Mathematics of Lafayette College on May 16, 2003, Pp. 1-43.
13. Ryabinin I., Cherkesov G. *Logiko-verojatnostnye metody issledovanija nadezhnosti strukturno-slozhnyh sistem* [The logic-probabilistic research methods of structure-complex systems reliability]. Moscow: Radio and communication, 1981. — 264 p.
14. Ito M. Probabilistic Communication Net as a Nonoriented Graph. Reliability, IEEE Transactions on. 1975, Vol. R-24, no. 3, Pp. 196-198.
15. Glazunov V., Kurochkin L., Kurochkin M., Popov S. Instrumental environment of multiprotocol cloud-oriented vehicular mesh network. ICINCO, 2013, Vol. 1, Pp. 568-574.

Синтез многополосного фильтра с требуемой частотной характеристикой

Ходаковский В.А.
 Петербургский государственный университет
 путей сообщения Императора Александра I
 Санкт-Петербург, Россия,
 hval104@mail.ru

Ходаковский Т.В.
 ЗАО «Дикси-Юг»
 Санкт-Петербург, Россия,

Аннотация. В настоящее время используются несколько подходов при синтезе цифровых фильтров. Статья имеет целью обратить внимание на возможности цифровой фильтрации при временной обработке, или при обработке с временным окном. Наиболее часто применяется частотная обработка, когда используется быстрое преобразование Фурье (БПФ), затем выделяются нужные частотные полосы в частотной характеристике фильтра и завершается процесс обратным БПФ. В статье предложен метод синтеза многополосного фильтра по его импульсной переходной характеристике, которая используется в качестве ядра интегрального преобразования. Он позволяет заметно сократить время обработки сигнала в фильтре, поскольку используется только одно дискретное интегральное преобразование. При использовании стандартного подхода с частотной обработкой используются два преобразования: прямое быстрое преобразование Фурье (БПФ), отбор требуемых гармоник и обратное БПФ.

Ключевые слова: временное окно, временная обработка, импульсная характеристика фильтра, частотная характеристика фильтра.

ВВЕДЕНИЕ

Временная обработка при синтезе фильтра выполняется с использованием импульсной характеристики и при этом для получения временного отклика фильтра применяется свертка входного сигнала и импульсной характеристики фильтра.

Хорошо проработанной является проблема синтеза фильтра [1-5] с конечным импульсным откликом, который может быть реализован в виде линии задержки с отводами, или на основе регистра сдвига. Появились также публикации о возможности синтеза импульсных характеристик низкочастотного (НЧ), высокочастотного (ВЧ) и полосового (ПФ) фильтров [6].

1. Синтез НЧ и ВЧ фильтров

Наиболее просто задача решается для НЧ фильтра с заданной частотой среза.

Если частотная характеристика НЧ фильтра задана функцией:

$$H(\omega) = \begin{cases} 1, & \text{при } \omega < W, \\ 0, & \text{при } \omega > W, \end{cases} \quad (1)$$

то импульсную характеристику низкочастотного фильтра с частотой среза F_c можно получить как обратное преобразование Фурье или обратное косинус-преобразование от частотной характеристики:

$$h_{НЧ}(t) = \int_0^W 1 \cdot \cos(\omega \cdot t) d(\omega \cdot t) = \frac{1}{t} \cdot \sin(\omega \cdot t) d(\omega \cdot t) \Big|_0^{W \cdot t} = \frac{\sin(W \cdot t)}{W \cdot t}$$

где $W = 2 \cdot \pi \cdot F_c$. (2)

Импульсная характеристика вида (2) приведена на графике Рис. 1. Функция $\sin(x)/x$ имеет устранимый разрыв первого рода в точке $x = 0$.

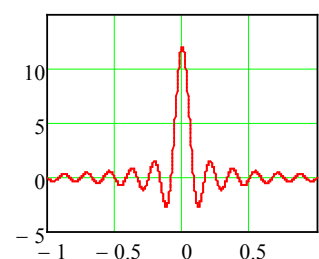


Рис.1. Импульсная характеристика НЧ-фильтра при частоте среза $F_c = 6$ Гц.

Во многих математических приложениях эта функция является встроенной и определяется так

$$\text{sinc}(x) = \begin{cases} \sin(x)/x, & \text{при } |x| \neq 0, \\ 1, & \text{при } |x| = 0. \end{cases}$$

Если задан входной сигнал $S(t)$, то для его низкочастотной фильтрации необходимо выполнить свертку этого сигнала с импульсной характеристикой НЧ-фильтра:

$$S_{НЧ}(t) = \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot h_{НЧ}(t-\tau) d\tau, \quad (3)$$

где: $2\Delta = T$ – интервал, в котором описана импульсная характеристика фильтра

$$h_{НЧ}(t) = \text{sinc}(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)$$

F_c – частота среза фильтра.

Для передачи сигнала без искажений должно выполняться условие нормировки, т.е. интеграл от импульсной характеристики должен быть равен единице

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \text{sinc}(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t) dt = 1. \quad (4)$$

Известно, что $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(x)}{x} dx = \pi$, поэтому для выполнения

условия (4) необходимо в формуле (3) добавить коэффициент $2 \cdot F_c$. Действительно

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)}{2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t} d(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t) = \pi \cdot$$

Откуда

$$2 \cdot F_c \cdot \pi \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)}{2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t} dt = \pi = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)}{t} dt \quad (5)$$

Для того, чтобы в правой части выражения (5) получилась единица необходимо помножить интеграл на коэффициент $1/\pi$ и тогда получим

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)}{\pi \cdot t} dt = 1, \text{ или } 2 \cdot F_c \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\sin(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)}{(2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t)} dt = 1 \quad (6)$$

С учетом нормировки (6) отклик НЧ-фильтра (3) запишем в виде

$$S_{нч}(t) = 2 \cdot F_c \cdot \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot \sin[2 \cdot \pi \cdot F_c \cdot t] d\tau.$$

Для дискретного случая, когда сигнал $\{S\}$ и импульсная характеристика фильтра $\{G\}$ заданы последовательностями линейная свертка примет вид [1]

$$S_i = \sum_{k=0}^{N-1} G_{i-k} \cdot S_k, \quad i = 0, \dots, L + N - 2, \quad (7)$$

где L – число отсчетов фильтра, N – число отсчетов сигнала.

Следует отметить, что если выполнить прямое БПФ от импульсной характеристики вида (2) с учетом нормировки (6), то получим амплитудно-частотную характеристику этого фильтра. На рис. 2. приведена логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) низкочастотного фильтра с частотой среза $F_c = 6$ Гц.

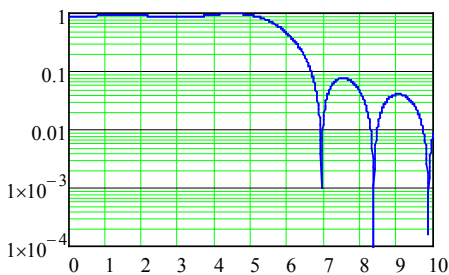


Рис.2. График ЛАЧХ НЧ-фильтра

Более сложным является синтез высокочастотного и полосового фильтра. Для реализации высокочастотного фильтра достаточно из входного сигнала вычесть результат низкочастотной фильтрации то есть:

$$S_{вч}(t) = S(t) - \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot h(t-\tau) d\tau \quad (8)$$

Хорошо известен способ фильтрации в заданной полосе частот, реализуемый в виде разности результатов

фильтрации ВЧ- и НЧ-фильтром. Данный способ иллюстрируется на рис.3.

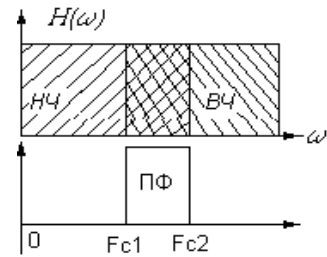


Рис.3. Реализация фильтра с полосой $[F_{c1}, F_{c2}]$

Рассмотренный способ обладает тем недостатком, что его нельзя реализовать в одной импульсной характеристике, т.е. требуется дополнительная операция вычитания из исходного сигнала промежуточного сигнала, полученного как результат низкочастотной фильтрации.

Однако, полосовой фильтр можно реализовать как результат последовательной низкочастотной фильтрации двумя НЧ-фильтрами с разными частотами среза. На рис.4. приведено графическое представление такой обработки. Первоначальная обработка выполняется НЧ-фильтром с частотой среза F_{c2} , а затем фильтром с частотой среза F_{c1} .

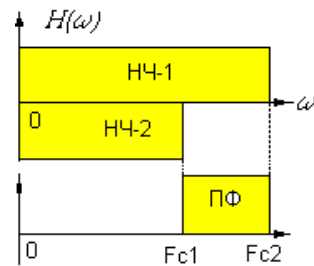


Рис.4. Реализация частотной характеристики полосового фильтра

Отклик полосового фильтра при такой обработке можно получить так

$$S_{пф}(t) = \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot h_{нч1}(t-\tau) d\tau - \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot h_{нч2}(t-\tau) d\tau \quad (9)$$

Поскольку сумма интегралов равна интегралу от суммы, то имеем:

$$S_{пф}(t) = \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot [h_{нч1}(t-\tau) - h_{нч2}(t-\tau)] d\tau \quad (10)$$

Разность весовых функций в (10) можно выразить отдельной весовой функцией, которая является импульсной характеристикой полосового фильтра $h_{пф}(t) = h_{нч1}(t-\tau) - h_{нч2}(t-\tau)$.

С учетом нормировки (6) импульсная характеристика полосового фильтра (11) примет вид

$$h_{пф}(F_{c1}, F_{c2}, t) = 2 \cdot F_{c2} \cdot \text{sinc}[2 \cdot \pi \cdot F_{c2} \cdot (t-\tau)] - 2 \cdot F_{c1} \cdot \text{sinc}[2 \cdot \pi \cdot F_{c1} \cdot (t-\tau)] \quad (12)$$

Тогда отклик полосового фильтра на входной сигнал $S(t)$ примет вид

$$S_{\text{пф}}(t) = \int_{t-\Delta}^{t+\Delta} S(\tau) \cdot h_{\text{пф}}(F_{c1}, F_{c2}, t) d\tau, \quad (13)$$

где $2\Delta = T$ – интервал, в котором описана импульсная характеристика фильтра.

На рис. 5. приведен график импульсной характеристики (12) полосового фильтра с частотами среза $F_{c1} = 8$ Гц. и $F_{c2} = 14$ Гц.

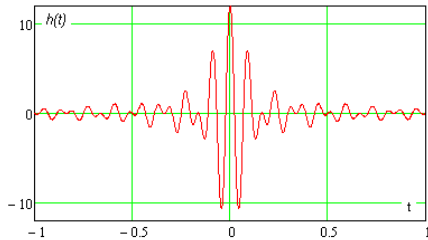


Рис. 5. Импульсная характеристика фильтра

Поскольку импульсная и частотная характеристики фильтра связаны преобразованием Фурье, то выполнив прямое преобразование Фурье от (12), получим частотную характеристику полосового фильтра.

На рис.6. приведен модуль логарифмической амплитудно-частотной характеристики (ЛАЧХ) низкочастотного фильтра. При этом интервал, на котором выполнялось преобразование Фурье от импульсной характеристики полосового фильтра взят $[\pm 4$ сек.].

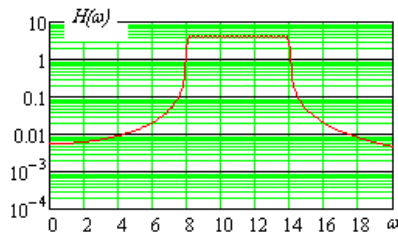


Рис.6. Модуль ЛАЧХ полосового фильтра с частотами среза 8 и 14 Гц.

Манипулируя частотами среза полосового фильтра можно задавать полосу прозрачности фильтра. Отдельный интерес представляет вопрос о том, на сколько можно сблизить частоты среза и какая добротность при этом может быть достигнута. На рис.7. приведен график модуля ЛАЧХ полосового фильтра при полосе прозрачности всего 0,3 Гц. при центральной частоте 10 Гц.

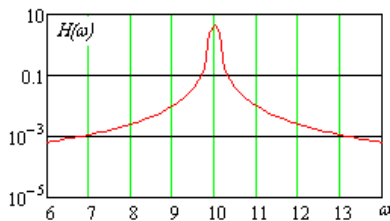


Рис.7. Модуль ЛАЧХ полосового фильтра

Анализ графиков на рис.5, 6, 7 показывает, что приведенный подход позволяет синтезировать импульсную

характеристику полосового фильтра при различной ширине полосы прозрачности фильтра, но одновременно возникает гипотеза о возможности синтеза многополосного фильтра как суммы импульсных характеристик вида (8).

На рис. 8. приведена программа в среде MathCad, реализующая трехполосный фильтр с обработкой во временной области. Параметры фильтра заданы матрицей в которой первая строка содержит средние частоты полос пропускания фильтра [Гц], вторая строка – значения половин полос пропускания на соответствующей частоте и третья строка – коэффициенты пропускания фильтра в соответствующих полосах.

Ниже приведена программа в среде MathCad, которая рассчитывает импульсную $h(t)$ и частотную Wmn характеристики трехполосного фильтра. N – количество точек дискретизации, T – временной интервал представления $h(t)$:

На рис. 8 и 9 приведены результаты расчета характеристик трехполосного фильтра по приведенной программе в среде MathCad.

```

N := 512    i := 0...N-1    T := 8
sin c(x) := if(|x| > 10^-9, sin(x)/x, 1)
D := (4 7.5 10
      1 0.5 1
      1 0.75 0.5) m := cols(D)
h(f, g, t) := 2 * g * sin c(2 * pi * g * t) -
             2 * f * sin c(2 * pi * f * t)
hm(t) := sum_{k=1}^{m-1} [D_{2,k} * h(D_{0,k} - D_{1,k}, D_{0,k} + D_{1,k}, t)]
Hw_i := hm(T * (i - 0.5 * N) / N)
Wmn := fft(Hw)
    
```

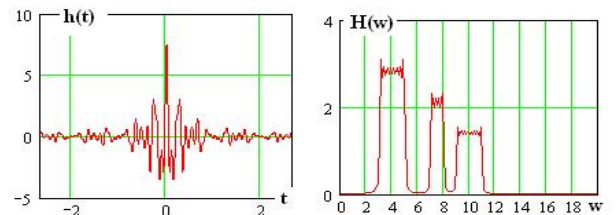


Рис.8. Импульсная (слева) и амплитудно-частотная (справа) характеристики

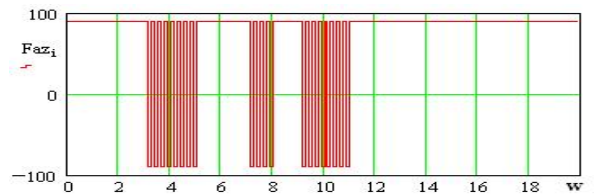


Рис. 9. Фазочастотная характеристика

На рис.10. приведены результаты расчета восьмиполосного фильтра, заданного следующей матрицей коэффициентов:

$$D = \begin{pmatrix} 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 & 1 \end{pmatrix}.$$

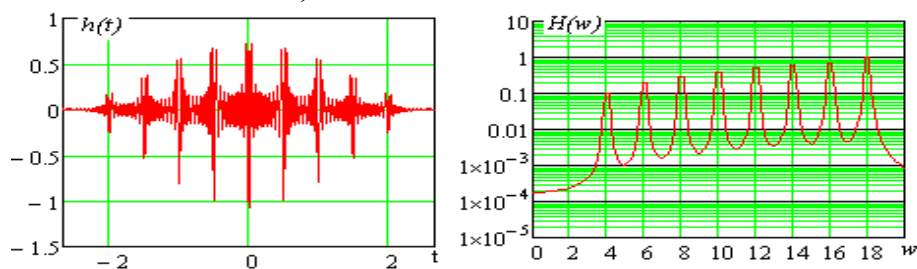


Рис.10. Импульсная (слева) и частотная (справа) характеристики

Выводы:

1. Анализ результатов моделирования фильтров различной сложности показал, что приведенный подход позволяет синтезировать импульсные характеристики достаточно точно.

2. Фазовые характеристики фильтров в полосе пропускания обладают интересным свойством: совершаются скачки фазы на 180° , количество которых на интервале 1 Гц, равно длине (Т) временного интервала представления $h(t)$. При единичной длине интервала четные гармоники передаются в полосе пропускания без изменения фазы, а нечетные – поворачиваются по фазе на 180° .

3. Предложенный подход к синтезу многополосных фильтров позволяет заметно повысить скорость обработки сигнала в фильтре. Для осуществления фильтрации используется только одна свертка сигнала с импульсной характеристикой фильтра, т.е. используется одно интегральное преобразование, а не два, как в методе фильтрации с обработкой в частотной области с использованием быстрых прямого и обратного преобразований Фурье.

Литература

1. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 448 с., ил.
2. Даджон Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов: пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 448 с., ил.
3. Нуссбауэр Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток: пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с., ил.
4. Л. Рабинер, Б. Гоулд Теория и применение цифровой обработки сигналов: пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 848 с.
5. EUROPEAN PATENT. Kohei Asada. Sony Corporation. Digital filter circuit, digital filter program and noise canceling system. number: US 11/875,374 publication: US 8452022 B2, 28.05.2013
6. Ходаковский В.А., Марков Д.С., Соколов М.Б. / Имитационное моделирование рельсовых цепей. Методы и инструментальные средства. // Бюллетень результатов научных исследований – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. № 2 (11). С. 30-44.

Synthesis of multy band digital filter with demand of frequency characteristic

Khodakovskiy V.A.
Petersburg State Transport University
Saint-Petersburg, Russia
hval104@mail.ru

Khodakovskiy T.V.
ZAO «Diksi-Yug»
Saint-Petersburg, Russia,

Abstract. Several approaches are known in the construction of digital filters. The most commonly used frequency processing. We propose a method of synthesis multiband filter on its impulse response characteristic, which allows to significantly reducing the time signal processing in the filter, because it uses only one integral

transformation. When using the standard approach to treatment using two frequency conversion: direct Fourier transform, the selection of the desired harmonics and inverse transformation.

Keywords: the time window, the processing time of the filter impulse response, the frequency response of the filter.

REFERENCES

1. Blahut R. *Bystrye algoritmy obrabotki signalov* [Fast algorithms for digital signal processing] : Per. from English. – M.: Mir, 1989. – 448 p.
2. Dadzhion D., Mersereau R. *Tsyfrovaya obrabotka mnogomernykh signalov* [Digital processing of multidimensional signals]: Per. from English. – M.: Mir, 1988. – 448 p.
3. Nussbauer G. *Bystroe preobrazovanie Furye* [Fast Fourier Transform algorithms and computation of convolutions]: Per. from English. – M.: Radio and Communications, 1985. – 248 p.
4. Rabiner L., Gould B. *Teoriya i primeneniye tsifrovoy obrabotki signalov* [Theory and Application of Digital Signal Processing]: Per. from English. – M.: Mir, 1978. – 848 p.
5. EUROPEAN PATENT. Kohei Asada. Sony Corporation. Digital filter circuit, digital filter program and noise canceling system. number: US 11 / 875,374 publication: US 8,452,022 B2, 28.05.2013.
6. Khodakovsky V.A., Markov D.S., Sokolov M.B. / Simulation modeling of track circuits. Methods and tools. [Immitatsionnoe modelirovanie relsovykh tsepey. Mrtody i instrumentalnye sredstva] // Bulletin of scientific studies. – SPb.: VPO PGUPS, 2014. № 2 (11). pp. 30-44.

Управление потоками данных в зашумлённых каналах

Кушназаров Ф.И.

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I
Санкт-Петербург, Россия

k.farruh@bk.ru

Аннотация. В вычислительных сетях управление ошибками (EC – error control) и управление потоками данных (FC – flow control) являются важнейшими функциями протоколов канального уровня, исполнение которых существенно влияет на их производительность. Существующие методики оценки производительности протоколов канального уровня разработаны в предположении отсутствия воздействия на каналы передачи данных помех различной природы. Учтено влияние помех повторной передачи кадра в канале, длина канала и зависимость размера кадра на вероятность появления ошибки в кадрах, число попыток до успешной передачи кадра.

Ключевые слова: канал передачи данных, управление ошибками, производительность, реальная скорость канала, помехи, компьютерные сети.

ВВЕДЕНИЕ

Быстрое развитие коммуникационных сетей в современном мире не только идёт по проводным каналам, но также по беспроводным каналам. В настоящее время имеется целый ряд беспроводных решений, таких как: оборудование радиодоступа, радиорелейные станции и атмосферные оптические линии связи.



Рис.1. Базовая схема двухточечного соединения

Производительность протокола канального уровня, прежде всего, определяется технологией обмена данными между конечными точками соединения (рис.1).

При оценке производительности, помимо задержки, связанной с временем на передачу информационных и служебных кадров, необходимо также учитывать реальную задержку на распространение сигналов в передающей среде (проводной, оптической и др.).

В данной статье рассматривается производительность сетей в канальном уровне модели ISO/OSI. Несмотря на все более широкое применение сетей, к настоящему моменту отсутствует методика тестирования каналов связи данного типа. Такое положение зачастую приводит к сложностям при их сдаче в эксплуатацию. Причина - отсутствие критериев оценки качества канала даже в простейшей конфигурации точка-точка.

В основном для управления потоком и контроля ошибок на канальном уровне, используются три метода: остановка с ожиданием, возврат на N шагов и селективный выбор. Последние два метода представляют собой специальные случаи техники скользящего окна. Мы рассмотрим протокол с ожиданием.

Управление потоками данных в сетях передачи данных рассмотрены в ряде работ [6 –12].

Протокол с ожиданием, после получения каждого посланного кадра должно быть подтверждение. Если подтверждения не пришло в течение определённого промежутка времени, то считают, что кадр не принят и должен быть отправлен опять. Этот вид сервиса используется в ненадёжной физической среде передачи, например, беспроводной.

ACK (Acknowledgment) – положительная квитанция о получении кадра.

NAK (Not Acknowledgment) – отрицательная квитанция (о получении искажённого кадра).

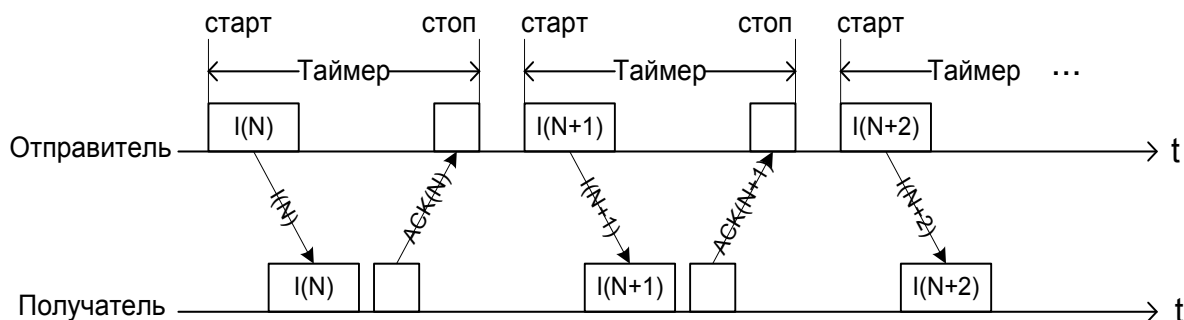


Рис.2. Схема работы ждущего режима

- Передатчик отправитель отправляет I (информационный кадр) – кадр и запускает таймер (рис.2.).
- Приемник получатель при получении I-кадра проверяет, не искажен ли кадр. Если кадр не искажен, получатель отправляет положительную квитанцию ACK.
- Передатчик отправитель, получая положительную квитанцию, понимает, что кадр пришел правильно, останавливает таймер и отправляет следующий I-кадр.

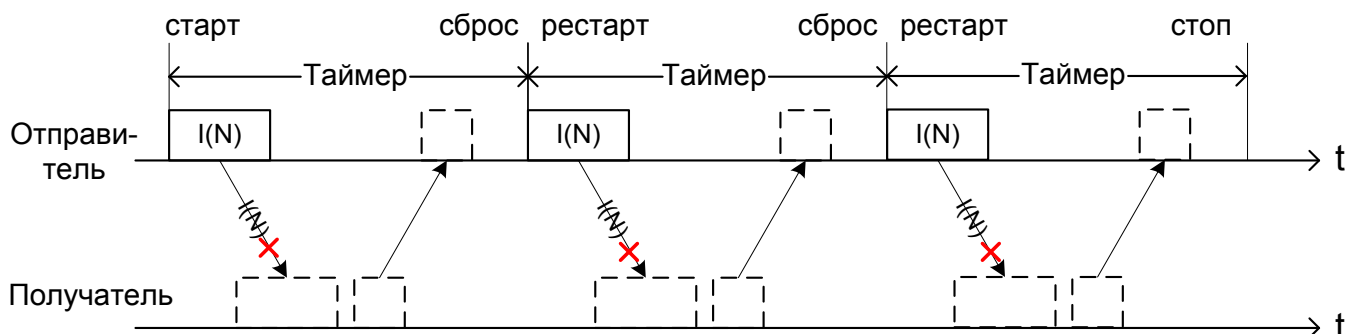


Рис.3. Схема ждущего режима искажение кадра

- Передатчик отправитель отправляет I-кадр и запускает таймер. (рис.3.)
- Приемник получатель при получении I-кадра проверяет, не искажен ли кадр. Если кадр искажен, то приемник его удаляет и не отправляет квитанцию.
- Передатчик ждет определенное время time-out. Если за это время положительная квитанция не приходит, то отправитель сбрасывает таймер и отправляет этот же I-кадр снова. Если эта ситуация повторяется несколько раз подряд, то передатчик приостанавливает передачу, считая, что произошел сбой в канале.

В ждущем режиме, отправитель кадров генерирует в канал очередной информационный кадр только по получении положительного или отрицательного подтверждения от получателя, соответственно ACK или NAK, где

Очевидно, что канальная задержка D , при передаче этих служебных кадров, определяется в общем случае выражением:

$$D = \frac{N_{ACK}}{R} + \frac{S}{R_{расп.сигн}}$$

где:

S – длина канала передачи данных (в метрах),

N_{ACK} (бит) – длина квитанции (ACK или NAK)

R (бит/с) – номинальная скорость канала,

$R_{расп.сигн}$ (метр /с) – скорость распространения сигнала в среде передачи.

$$R_{расп.сигн} = c * \mu,$$

где, c – скорость распространения сигнала в вакууме,

μ – соотношение реальной скорости распространения сигналов в вакууме.

Для наиболее распространенных кабельных систем μ справедливо [1-3]:

Коаксиальный кабель – $\mu = 0,66$.

Витая пара cat3- кабель – $\mu = 0,65-0,71$.

Оптоволоконный кабель – $\mu = 0,66-0,78$.

В условиях зашумленности канала, для оценки времени передачи N бит информационного кадра, введем реальную скорость передачи данных:

$$V = \frac{N-C}{T} * p, \quad (1)$$

где N (бит) – длина кадра, C (бит) – число проверочных битов в кадре, T – время передачи кадра (включая ACK):

$$T = D + \frac{N}{R} + \frac{S}{R_{расп.сигн}}. \quad (2)$$

Результаты расчетов реальной скорости канала с учетом длины s канала передачи (кабеля) в зависимости от размера кадра, выполненные по формуле (1) для технологии Ethernet, приведены на рис.4. При этом параметры определены так:

$C = 32$ бита, $N_{ACK} = 72$ байта [4], $R = 10^7$ б/с, $e = 10^{-5}$, $R_{расп.сигн} = 1,98 * 10^8$ (бит в метр)/с.

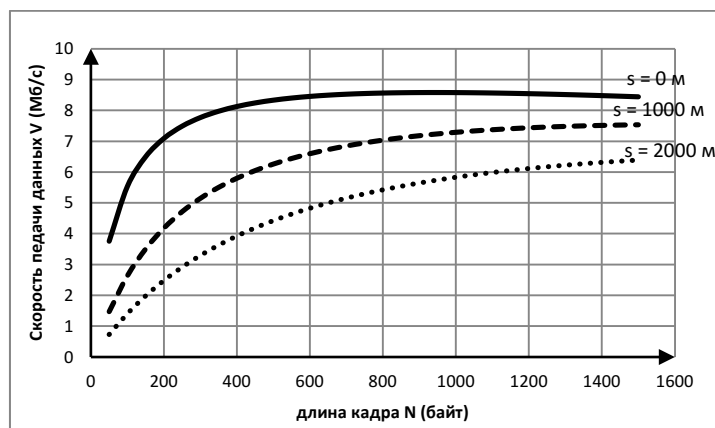


Рис.4. Реальная скорость канала

Оценим влияние помех на производительность в рассматриваемом протоколе. В отсутствии помех, для технологии Ethernet, с номинальной скоростью передачи данных 10 Mb/c при передаче кадра размером 10^3 бит информация передается от отправителя к получателю за 10^{-4} с. В случае ошибки в кадре, регистрируемой получателем, отправителю направляется запрос на повторную передачу кадра и если кадр успешно будет передан при этой попытке, то время отправки составит уже не 10^{-4} секунд, а вдвое

больше. Если таких попыток совершается m раз, то, соответственно, время доставки составит $m \cdot 10^{-4} c$.

Вероятность успешной передачи кадра в i -й попытке

$$p_i = (1 - p)(1 + p + p^2 + p^3 + \dots + p^i),$$

$$p_i = 1 - p^i,$$

p – вероятность искажения кадра,

$$p = 1 - (1 - e)^N,$$

N – длина кадра в битах,

e – вероятность битовых ошибок в канале.

Определим число попыток повторной передачи кадра, на котором достигается заданная вероятность его успешной передачи:

$$P_{зад} = 1 - p^i,$$

откуда
$$m = \frac{\lg(1 - P_{зад})}{\lg p}. \quad (3)$$

На рис. 5 представлена вероятность успешной передачи кадра при разных значениях e относительно размера кадра для $P_{зад} = 0,97$ по расчетам формулы (3). При $e = 10^{-3}$ с увеличением размера кадра можем заметить резкое увеличение количество повторов. При $e < 10^{-3}$ количество повторов кадра не превышает двух. Если в расчетах принять канал как $e = 10^{-2}$, то количество повторов резко увеличивается, начиная с размера 500 байт (значение превышает сотню).

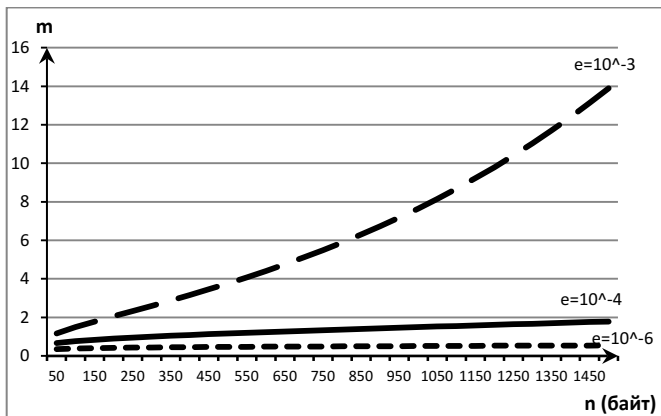


Рис.5. Вероятность успешной передачи кадра

МЕХАНИЗМ ТАЙМАУТА

Рассмотренный процесс доставки информационных кадров соответствует случаю неискаженной передачи служебных кадров АСК (NAK). В противоположном случае для обеспечения гарантированной доставки кадров на стороне отправителя реализуется механизм таймаута [5]. Рассмотрим возможные ситуации, связанные с введением этого механизма:

1. В случае безошибочной передачи кадра, получатель передает отправителю служебный кадр АСК (подтверждение). По его получению отправитель сбрасывает таймер. Время доставки кадра (рис.6) рассчитывается по формуле (2).
2. В случае если кадр при передаче подвергается воздействию помех, получатель передает отправителю кадр NAK, что требует повторной передачи кадра и, соответственно, повторного запуска таймера. Если подобная ситуация повторяется m раз, время гаран-

тированной доставки кадра составит соответственно $m \cdot T$ (рис.6)

3. При возникновении ошибки (искажение или пропадание) при передаче получателем кадров NAK или АСК на стороне отправителя сбрасывается таймер, осуществляется повторная передача информационного кадра и повторный запуск таймера. В этом случае время таймера берется с запасом, (на время доставки кадра максимальной длины) (рис.7). Если аналогичная ситуация повторяется m раз, общее время доставки кадра $T_{общ}$ составит

$$T_{общ} = m \cdot (T_{кадр\ max} + D),$$

где $T_{кадр\ max}$ – время отправки кадра максимальной длины. Откуда

$$T_{кадр\ max} = \frac{N_{max}}{R} + \frac{S}{R_{расп.сигн}}, \quad (4)$$

$$T_{общ} = m \cdot \left(\frac{N_{max}}{R} + \frac{N_{АСК}}{R} + 2 \cdot \frac{S}{R_{расп.сигн}} \right). \quad (5)$$

4. Эта ситуация похожа на третью, за исключением того, что при расчетах учитывается размер реально отправляемого кадра (рис.7). Общее время доставки кадра $T_{общ}$ составит

$$T_{общ} = m \cdot (T + D),$$

Отсюда,

$$T_{общ} = m \cdot \left(\frac{N}{R} + \frac{N_{АСК}}{R} + 2 \cdot \frac{S}{R_{расп.сигн}} \right). \quad (6)$$

5. Рассмотрим ситуацию, когда, квитанция дублируется, т.е. отправителю последовательно две квитанции. Основываясь на расчетах по формуле (3), находим (рис.3), что при размерах информационного кадра меньше 100 байт количество повторов не превышает двух. В связи с этим полагаем, что как минимум одну из 2-х квитанции отправитель сообщения получает достоверно.

$$T_{общ} = m \cdot T + 2 \cdot D,$$

Отсюда,

$$T_{общ} = m \cdot \left(\frac{N}{R} + \frac{S}{R_{расп.сигн}} \right) + 2 \cdot \left(\frac{N_{АСК}}{R} + \frac{S}{R_{расп.сигн}} \right). \quad (7)$$

Параметры, входящие в выражение (4) и (5), определены так:

$C = 32$ бита, $N_{АСК} = 72$ байта [4], $R = 10^7$ б/с, $e = 10^{-3}$, $R_{расп.сигн} = 1,98 \cdot 10^8$ (бит в метр)/с, $P_{зад} = 0,98$, $S = 500$ м.

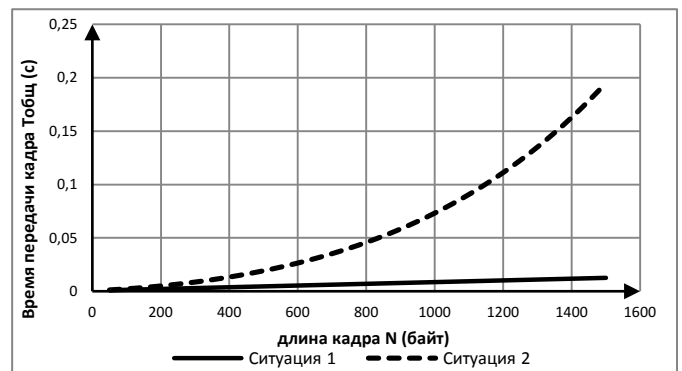


Рис.6. Время передачи кадра в ситуациях 1 и 2.

С увеличением размера кадра время передачи информационного кадра увеличивается (*ситуация 2*), это связано с ожидаемым количеством повторов для достоверной передачи кадра к получателю. Количество ожидаемых повторов рассчитывается по формуле (3). В *ситуации 1* предполагается, что при каждой отправке получатель сообщения достоверно получает кадр.

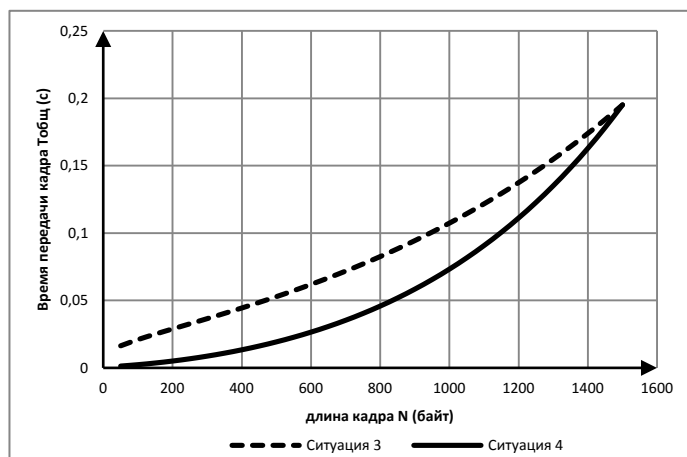


Рис.7. Время передачи кадра в ситуации 3-4

В формуле (5) в ситуации 3 рассматриваем технологию Ethernet. При этом устанавливаем таймер времени отправки максимального размера кадра и время приема подтверждения по каналу связи к приемнику (рис.7). В ситуации 4, формула (6) устанавливаем таймер времени отправки текущего кадра и время приема подтверждения по каналу связи к приемнику (рис.7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные отношения показывают влияние длины канала связи на реальную скорость передачи данных и на время передачи кадра. С увеличением длины канала уменьшается реальная скорость передачи данных (рис.4). На производительность сети так же влияет скорость распространения сигнала в каналах связи, чем ближе скорость распространения сигнала в среде к скорости распространения сигнала в вакууме, тем ближе реальная скорость канала к номинальной скорости канала. Расчеты (1-

7) дают возможность оценки реальной скорости канала, учитывая такие параметры как: уровень помех в канале, длина канала, размер кадра и тип кабеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. RG 8/U коаксиальный кабель http://www.tk-neva.ru/catalog/_item295.html.
2. Спецификация кабеля UTP Cat 6 http://www.extron.com/download/files/specs/UTP_CAT_6_cable_020402.pdf.
3. Стандарт ISO/IEC 11801 Edition 2.0, IEC 61156-5, IEC 60794-2, IEC 60794-2-20, EN 50173-1, TIA 568C.3.
4. Форматы кадров технологии Ethernet http://www.vmux.ru/ip_tech_10/.
5. Halsall F. Addison-Wesley Data Communications, Computer Networks and Open Systems., 1996. – 907 p.
6. Еременко, В.Т. Синтез сетей передачи данных автоматизированных систем управления на основе критерия неблокируемой маршрутизации / С. И. Афонин, В. Т. Еременко, А. И. Офицеров, О. О. Басов // НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». – 2011. – № 7 (102). Выпуск 18/1. – С. 168-176.
7. Еременко, В.Т. Оптимизация ресурсов и управление процессами информационного обмена в сетях Асуп на основе полевых шин / С. И. Афонин, В. Т. Еременко, С. А. Максаков, А. И. Куленич // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 9. – С. 46-49.
8. Джон Д. Рули Сети Windows NT 4.0: Пер. с англ. К., Издательская группа ВHV, 1998.
9. Казаков С.И. Основы сетевых технологий. М., Микроинформ, 1995.
10. Сетевые средства Microsoft Windows NT Server 4.0: пер. с англ.-СПб., ВHV-Санкт-Петербург, 1997.
11. Компьютерные сети. Учебный курс/ Пер. с англ. М.: Издательский отдел «Русская редакция», 1997.
12. Русак И.М., Луговский В.П. Технические средства ПЭВМ. Справочник./ Под ред. Русака И.М., Мн., Вышш. Шк., 1996.

Controlling data flows in the noisy channels

Kushnazarov F.I.

Petersburg State Transport University
Saint-Petersburg, Russia

k.farruh@bk.ru

Abstract. EC – (error control) and FC – (flow control) are the most important features of data link layer protocols, the performance of which significantly affects their flow rate. The existing methods of the manufacturer-link layer protocols assessment are designed assuming no impact on the data channels interference of different nature. The effect of the interference retransmission of the channel, the channel length dependence on the size of the frame, the probability of an error in the frame and the number of attempts before a successful frame transmission were taken into consideration.

Keywords: data channel, error handling, performance, actual link speed, noise, computer network.

REFERENCES

1. <http://www.tk-neva.ru/catalog/item295.html>
RG 8/U koaksilnyiy kabel [RG 8 / U coaxial cable].
2. http://www.extron.com/download/files/specs/UTP_CAT_6_cable_020402.pdf Spetsifikatsiya kabelya UTP Cat 6 [cable specification UTP Cat 6].
3. Standart ISO/IEC 11801 Edition 2.0, IEC 61156-5, IEC 60794-2, IEC 60794-2-20, EN 50173-1, TIA 568C.3.
4. http://www.vmux.ru/ip_tech_10/ Formatyi kadrov tehnologii Ethernet [Frame formats technologies Ethernet].
5. Halsall F. Addison-Wesley Data Communications, Computer Networks and Open Systems., 1996. – 907 p.
6. Eremenko, V.T. Synthesis of data networks av-mated control systems based on the criterion of non-blocking routing [Sintez setey peredachi dannykh av-tomatizirovannykh sistem upravleniya na osnove kriteriya neblokiruemykh marshrutizatsii] / S. I. Afonin, V. T. Eremenko, A. I. Ofitserov, O. O. Basov // NAUChNYE VEDOMOSTI Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Istoriya. Politologiya. Ekonomika. Informatika». – 2011. – № 7 (102). Vypusk 18/1. – pp. 168-176.
7. Eremenko, V.T. Resource optimization and process management information exchange networks in process control based on fieldbus [Optimizatsiya resursov i upravlenie protsessami informatsionnogo obmena v setyakh Asutp na osnove polevykh shin] / S. I. Afonin, V. T. Eremenko, S. A. Maksakov, A. I. Kulenich // Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy. – 2011. – № 9. – pp. 46-49.
8. Dzhon D. Ruli Seti Windows NT 4.0: Per. s angl. K., Izdatel'skaya gruppa BHV, 1998.
9. Kazakov S.I. Osnovy setevykh tekhnologiy.[Networking Basics] M., Mikroinform, 1995.
10. Setevye sredstva Microsoft Windows NT Server 4.0: per. s angl.-SPb., BHV-Sankt-Peterburg, 1997.
11. Komp'yuternye seti [Computer networks]. Uchebnyy kurs/ Per. s angl. M.: Izdatel'skiy otdel "Russkaya redaktsiya", 1997.
12. Rusak I.M., Lugovskiy V.P. Tekhnicheskie sredstva PEVM. Spravochnik [Technical means of a PC. Directory]./ Pod red. Rusaka I.M., Mn., Vysh. Shk., 1996.

Памяти коллеги



Добрую память о себе в умах многих преподавателей и ученых оставил доктор технических наук, профессор, кафедры «Математика и моделирование», академик Международной академии наук высшей школы (МАН ВШ), Ученый секретарь Санкт-Петербургского отделения МАН ВШ. Изранцев Виталий Васильевич (28.01.1946 – 25.01.2015).

Он закончил с отличием факультет вычислительных и радиоэлектронных систем Ленинградского института авиационного приборостроения, прошел путь инженера, преподавателя, зав. кафедрой, декана факультета, проректора по учебной работе ЛИАП и проректора по научной работе Международного банковского института. Руководитель и участник свыше 40 научных проектов.

Виталий Васильевич вел огромную общественную работу, являясь с 1992 г. Ученым секретарем Санкт-Петербургского отделения Международной академии наук высшей школы. С июля 2013 г. Виталий Васильевич работал в ПГУПС профессором кафедры «Математика и моделирование».

Виталия Васильевича отличали высокая интеллигентность, трудолюбие, высокое профессиональное мастерство, стремление к самосовершенствованию, повышению квалификации. На высоком научном уровне читал курсы для бакалавров и магистров. Ему присущи отличное знание современных информационных технологий, любовь и уважение к людям, высокий авторитет среди коллег и студентов.

Деятельность Виталия Васильевича отмечена многими государственными наградами: Медалью СССР "За трудовую доблесть", Знаком Госкомитета СССР по народному образованию "За отличные успехи в работе". Медалью МАН ВШ за заслуги перед высшей школой и др. Автор свыше 190 научных и учебно-методических работ, в том числе 4 монографий, 22 учебников и учебных пособий.

Во многом благодаря активной, кропотливой работе и настойчивости Виталия Васильевича были разработаны основные концепции и подготовлены документы для учреждения журнала «Интеллектуальные технологии на транспорте».

Вечная и добрая память о прекрасном педагоге сохранится в сердцах студентов, коллег, коллектива редакции, друзей и товарищей.

In memory of colleague

Good memory of himself in the minds of many teachers and scientists left the doctor of technical sciences, professor, Department of "Mathematics and Modeling", academician of the International Academy of Higher Education (IAS HS), Scientific Secretary of the St. Petersburg branch of IHEAS. Izrantsev Vitaly Vasilyevich (28.01.1946 - 25.01.2015).

He graduated with honors from the faculty of computing and electronic systems of the Leningrad Institute of Aviation Instrument, has gone engineer, teacher, manager. the Chair, Dean of the Faculty, Vice-Rector for Academic Affairs LIAP and Vice-Rector of the International Banking Institute. Leaders and members of more than 40 scientific projects.

Vitaly Vasilyevich is characterized by high intelligence, hard work, professional excellence, self-improvement, professional development. On a high scientific level reading courses for bachelors and masters. He characterized an excellent knowledge of modern information technology, love and respect for people, a high reputation among colleagues and students.

Vitaly Vasilyevich Activity received many state awards: the Medal of the USSR "For Labor Valor", a sign of the USSR State Committee for Public Education "for excellent performance in the work." IHEAS Medal for services to higher education, and others. The author of over 190 scientific and educational works, including 4 monographs, 22 textbooks and teaching aids.

Largely due to the active, hard work and perseverance Vitaly Vasilyevich developed the basic concepts and documents prepared for the establishment of the journal "Intellectual technologies in transport."

Eternal and loving memory of a wonderful teacher in the hearts of students, colleagues and the editorial staff, friends and comrades.