

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

К 150-летию Белорусской железной дороги

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

МАТЕРИАЛЫ
VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

Под общей редакцией В. И. СЕНЬКО

29 - 30 ноября

Гомель БелГУТ 2012

Редакционная коллегия:

В. И. Сенько (отв. редактор), **В. Я. Негрей** (зам. отв. редактора),
К. А. Бочков (зам. отв. редактора), **А. И. Самкнулов** (отв. секретарь).

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор **С. Ф. Ермаков**
(Институт механики металлополимерных систем НАНБ);
доктор технических наук, профессор **Ю. И. Ефименко**
(Петербургский государственный университет путей сообщения);
доктор технических наук, профессор **В. М. Лисенков**
(Московский государственный университет путей сообщения).

Проблемы безопасности на транспорте : материалы VI Международ. науч.-практ. конф. /
П78 М-во образования Респ. Беларусь, М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д.,
Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 329 с.
ISBN 978-985-554-127-2

Рассматриваются теоретические и организационно-технические основы обеспечения безопасности транспортных систем; пути повышения надежности подвижного состава железнодорожного транспорта; вопросы безопасности железнодорожного пути, систем автоматики, телемеханики, связи и информатики, экологической и энергетической безопасности на транспорте, надежности и безопасности конструкций, зданий и сооружений. Материалы пленарного заседания будут опубликованы в научно-практическом журнале «Вестник БелГУТа: Наука и транспорт» (№ 2. 2012).

Для ученых, преподавателей учебных заведений транспортного профиля, научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных организаций, предприятий и учреждений транспорта и строительства.

УДК 656.2.08
ББК 39.28

систему пожаротушения, но и будет вести запись видеоматериала, с помощью которого затем осуществляется анализ хода чрезвычайной ситуации и последующее устранения причин ее вызвавших.

Бороться с последствиями катастроф или преступлений, произошедших на транспорте, гораздо сложнее, чем эти события предотвратить. Своевременная установка систем безопасности на транспорте заметно снижает риск возникновения чрезвычайной ситуации. Забота о безопасности транспорта – это сохраненные жизни пассажиров, обеспечение сохранности грузов и транспортных, а также поддержка репутации компании перевозчика на высоком уровне.

УДК 656.257:681.32

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

А. Ю. КАМЕНЕВ

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Одной из главных проблем, возникающих при массовом внедрении систем микропроцессорной централизации стрелок и сигналов (МПЦ), является подтверждение безопасности использования системы МПЦ для каждого конкретного объекта внедрения (железнодорожной станции). Даже при общности ядра программного обеспечения (ПО) и однотипности аппаратных средств (АС) систем единого ряда, функциональная безопасность которых может быть доказана однократно, существует вероятность ошибок, в том числе и опасных, при адаптации ПО к определённой станции (конфигурировании), а также технического брака производимых для неё АС. Данное обстоятельство, требующее многократных лабораторных испытаний, обуславливает необходимость формирования экспериментальных моделей систем МПЦ каждой станции.

Учитывая множественность объектов управления и контроля (ОУК) в системах МПЦ, а также их взаимозависимость, обуславливающую множественность технологических ситуаций, наиболее полное их воспроизведение (необходимое для проверки корректности и безопасности конфигурации системы МПЦ конкретной станции) достигается при использовании имитационных моделей. В то же время, учитывая их ограниченные возможности по воспроизведению свойств ОУК и систем управления, следует стремиться к минимизации вклада имитационного моделирования в процесс испытаний. Согласно опыту внедрения систем МПЦ разработки ООО «НПП «САТЭП» (МПЦ-Д, МПЦ-Ц, МПЦ-С) этого можно достичь путём применения специализированных имитационных (СИМ) или комбинированных (СКМ) моделей нижнего уровня МПЦ, которые воспроизводят работу ОУК и их объектных контроллеров (ОК). В этом случае функционирование программно-аппаратных средств верхнего и среднего уровней (для которых характерна относительная немногочисленность микропроцессорного оборудования), а также интерфейсов между ними может быть воспроизведено реальными устройствами (ЭВМ, сетевые кабели, платы и т.д.), подготовленными для установки на объекте внедрения. Применение СКМ, в основу которых заложен синтез имитационного и физического моделирования работы нижнего уровня МПЦ, даёт возможность исследовать при испытаниях безопасность функционирования реальных устройств всех уровней и межуровневых интерфейсов системы в комплексе, что позволяет отказаться от традиционных стендовых испытаний.

Таким образом, при рассматриваемом подходе экспериментальные модели становятся не лабораторным заменителем системы МПЦ, с которого переносятся знания, а инструментом испытаний тех подсистем, работа которых воспроизводится реальными устройствами.

Исследованием установлено, что при условии обработки логических зависимостей МПЦ только средствами ПО среднего уровня построение СИМ или СКМ нижнего уровня должно осуществляться на характеристическом множестве $Y = A \cup Z \cup U$, где A , Z и U – взаимозависимые подмножества соответственно ОК с подключёнными ОУК, взаимных связей между ними и их функциональных свойств. Указанная взаимозависимость определяется бинарными отношениями, которые задают одни подмножества из Y по отношению к другим, а также внешним множествам: $A \subset U \times F$, $Z \subset A \times A$, $U \subset A \times F$, где F – множество выполняемых ОУК технологических функций. Использование для построения экспериментальных моделей результатов работы САПР, выполняющих разработку или конфигурацию прикладного ПО, не является допустимым в связи с возможным наложением ошибок проектировщика ПО и СИМ (СКМ), что снижает вероятность их обнаружения. Поэтому формирование экспериментальных моделей должно осуществляться с применением независимых от разработки прикладного ПО методов и технических средств, реализующих СИМ или программную часть СКМ на ЭВМ.

Для разработки методов формирования экспериментальных моделей в их составе выделены две основные составляющие: статическая, которая интерпретирует множество Y , и динамическая, базирующаяся на множестве Y и воспроизводящая функции F (в виде цифровых сигналов состояния и поведения ОУК) в соответствии

с отношениями $A \subset U \times F$ и $U \subset A \times F$. При этом динамическая составляющая, содержащая встроенную библиотеку типов ОУК и получающая их список с характеристиками на основе статической составляющей, является общей для всех станций, в то время как статическая составляющая формируется для каждой станции отдельно. Таким образом, формирование экспериментальных моделей МПЦ каждой станции должно сводиться к синтезу её статической составляющей и интеграции с динамической. Методы данного синтеза основываются на предварительном представлении множества Y в виде смешанного, связанного и взвешенного графа $G_Y = (V, E)$, где $V \subset A$, $E \subset \{A, Z\}$, причём $(v_i \in V) \rightarrow (\bar{u}_i \in U^V \subset U)$, $(e_j \in E) \rightarrow (\bar{u}_j \in U^E \subset U)$, $i = \overline{1, [V]}$, $j = \overline{1, [E]}$.

При этом учтён опыт применения теории графов для моделирования работы станций и станционных систем ЖАТ в работах Салседы Б., Лихачёва А. И., Бобровского В. И., Вернигоры Р. В., Козаченко Д. Н. и др. В отличие от предложенных в данных работах моделей граф G_Y характеризуется другими способами идентификации ОУК, присвоения векторов весовых коэффициентов и сущностью воспроизводимых ими свойств.

Введение графа G_Y в ЭВМ непосредственно топологической матрицей не всегда допустимо в связи с возможными большими размерами станций, для которых внедряется система МПЦ. Поэтому с целью машинного синтеза СИМ (СКМ) разработан метод, основанный на формализованном разбиении графа G_Y на пересекающиеся функционально завершённые компоненты, для каждой из которых строится исходный блок комплексной топологической матрицы (КТМ), содержащей как топологические, так и функциональные свойства своих элементов. С использованием программы, реализующей разработанные методы, были проведены лабораторные испытания систем МПЦ ряда промышленных железнодорожных станций, подтвердившие их безопасность. Адекватность разработанных методов и моделей подтверждена в ходе эксплуатационных испытаний на каждой из данных станций, результаты которых совпали с лабораторными.

УДК 621.391.63

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ЗАЩИЩЕННОСТИ ОТ СОБСТВЕННЫХ ШУМОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ И ГИБРИДНЫХ ВОЛОКОННО-КОАКСИАЛЬНЫХ СЕТЯХ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

В. И. КИРИЛЛОВ, Е. А. КОВРИГА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Актуальность темы данного исследования обусловлена широким распространением сетей FTTH («волоконно до квартиры») в качестве абонентской «последней мили», организованных по технологии пассивных оптических сетей PON. Такие сети позволяют предложить абонентам не только услуги доступа в Интернет, IP-TV, телефонии, но и передачу широкоэмитальных программ цифрового кабельного телевидения. Однако существуют многочисленные районы старой застройки, где телевизионные сигналы распределяются по коаксиальным линиям связи. В этом случае переход на полностью оптическую сеть не всегда является экономически оправданным, и передача телевизионных сигналов ведется посредством «гибридных» волоконно-коаксиальных сетей. Таким образом, для каждого конкретного случая существуют различные варианты построения сети, которые отличаются количеством и типом применяемого оборудования, количеством подключенных абонентов, а также стоимостью прокладки сети. В таких условиях необходимо найти баланс между жизнеспособностью сети и ее стоимостью.

Одним из нормируемых параметров при построении сетей доступа является вероятность ошибки, которая зависит от отношения мощностей полезного сигнала и шума. Методика расчета вероятности ошибки для полностью оптической сети доступа рассматривается в работе [1], а в [2] проведен подробный анализ допустимых показателей качества каждого из участков гибридной сети кабельного цифрового телевидения – оптического и коаксиального.

Определение вероятности ошибки для полностью оптической сети доступа [1] включает в себя следующие этапы промежуточных расчетов значений величин:

- шумов на выходе оптического приемника, вносимых оптическим передатчиком;
- составляющей шума на выходе оптического приемника, обусловленной наличием волоконно-оптического усилителя EDFA;
- собственных шумов оптического приемника (дробового шума и теплового шума);
- результирующего отношения сигнал/шум;
- вероятности ошибки в групповом электрическом сигнале.

Максимально допустимым значением вероятности ошибки для сетей цифрового телевидения, при которой работают восстановительные механизмы помехоустойчивого кода Рида-Соломона, является величина 10^{-4} [3]. Если на входе декодера Рида-Соломона вероятность ошибки 10^{-4} или ниже, то декодер снижает ее до

Бочков К. А., Рязанцева Н. В., Комнатный Д. В. Эквивалентность импульса электростатического разряда и электромагнитного импульса преднамеренного воздействия	181
Бочков К. А., Харлап С. Н., Коврига А. Н., Шевченко Д. Н., Логвиненко А. В., Ермоленко А. В. Повышение безопасности движения поездов на станции при отказах МПЦ	183
Буй П. М. Оценка эффективности информационной безопасности локальной системы железнодорожной автоматики	184
Горбунов Б. Л., Таиши Р. Л. Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля	186
Доломанюк Р. Ю., Кирик С. В., Козлов М. Г. Система видеонаблюдения	188
Каменев А. Ю. Методы и средства построения экспериментальных моделей для доказательства безопасности микропроцессорной централизации	189
Кириллов В. И., Коврига Е. А. Методика анализа защищенности от собственных шумов в волоконно-оптических и гибридных волоконно-коаксиальных сетях цифрового телевидения	190
Комнатный Д. В. Вычисление коэффициентов уравнений метода граничных элементов для треугольных элементов	191
Комнатный Д. В. Расчет емкости гальванической связи разделительных устройств аппаратуры ЖАТ методом эквивалентных электродов	192
Королёв А. А. Имитация в пакете PSPICE неисправностей компонентов микроэлектронных систем при испытаниях на безопасность	194
Королёв А. А. Особенности построения бесконтактного интерфейса управления стрелочным электроприводом	195
Могилу В. С., Галушко В. Н., Короленок Т. С. Определение показателей надежности электрических систем с учетом изменяющихся условий эксплуатации	198
Могилу В. С., Мармозова О. С. Анализ электромагнитных процессов в асинхронном тяговом приводе	198
Модин Н. К., Модина Т. Н., Куновский О. И. Принципы доказательства соответствия параметров вагонных замедлителей требованиям безопасности процесса расформирования состава с горки	200
Розенберг Е. Н. Новые требования к системам управления и обеспечения безопасности движения поездов и их реализация на основе спутниковых технологий и цифровой радиосвязи	201
Семенов Н. Ф. Электрическая модель гармонии на основе числовой последовательности Фибоначчи	203
Сивко Б. В. Проектирование безопасного программного обеспечения микропроцессорных устройств автоматики и телемеханики	205
Тильк И. Г., Ляной В. В. Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов МПЦ-И	205
Черезов Г. А., Леушин В. Б. Определение состояний элементов путевого приемника тональной рельсовой цепи	206
Шевцов В. В., Рязанцева Н. В. Применение архитектуры ARM при создании схем безопасности	208
Шевчук В. Г., Бортновский А. А., Половинкин В. В., Семенецкий Е. С. Применение цифровых радиотехнологий в ведомственной сети передачи информации	209
Шевчук В. Г., Жигалин И. О., Бондарев В. В., Титов А. И. Компьютерное моделирование составных коллинеарных антенн подвижных пунктов управления	210
Шеметков К. С. Моделирование реактивных систем раскрашенными сетями Петри	212
Шеметков К. С. Расширение сетей Петри для анализа сложных микропроцессорных систем	213
Юсупов Р. Р., Леушин В. Б. Визуальное моделирование при анализе помехоустойчивости каналов АЛСН	215

5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТА

Андрейчиков М. В., Зайцев М. П., Хроменкова И. В. Современные способы снижения выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива	217
Андрейчиков М. В., Кириенко С. М., Гаевская Е. А. Модуль расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от котельных установок программного комплекса «НДВ-ВЫБРОСЫ»	218
Андрейчиков М. В., Новикова Е. Л. Снижение воздействия на атмосферный воздух объектами нефтебаз и складов топлива	219
Балабин В. Н., Какоткин В. З., Лобанов И. И. Применение систем СМДд и МТА-2 для повышения энергоэффективности дизелей тепловозов	220
Барановский В. И., Невзоров И. В. Оценка технического уровня организации ремонта малых электрических машин в локомотивном депо Полоцк	221
Бочкарев Д. И., Бондаренко А. В. Использование электрогидравлического эффекта в машинах для дробления горных пород	222
Васильев В. Н., Балабин В. Н. Повышение экологической безопасности маневровых и промышленных локомотивов	223
Грищенко С. Г. Оценка соответствия санитарно-гигиеническим требованиям дизельного поезда модели 630М	224
Горбачева О. В., Будько С. В. Экологическая безопасность предприятий Брестского отделения Белорусской железной дороги	225
Евдасёв И. С. Анализ соотношения «цена – энергоэффективность» осветительных приборов	226
Королёнок Т. С., Гуринович В. И., Юрасюк Н. И. Использование возобновляемых видов энергии на транспорте	227
Макеев В. В., Барановский К. В., Холяво В. И. Методы совершенствования энергетического менеджмента предприятия	229
Мартыновский В. А., Бочкарев Д. И., Довгяло В. А. Рекуперация энергии в гидроприводах строительных и дорожных машин	230
Могилу В. С., Додолев С. Г., Ивлев В. А., Борисенко П. В. Применение методики оценки качества электроэнергии при проектировании электрификации на Гомельском отделении Белорусской железной дороги	230
Мокренко И. М., Шатило С. С. Анализ результатов инвентаризации отходов производства на предприятиях Белорусской железной дороги	233

Научно-практическое издание

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Материалы VI Международной научно-практической конференции

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректоры *Н. А. Дашкевич, А. А. Павлюченкова, Т. М. Ризевская, И. И. Эвентов*

Компьютерная верстка – *А. В. Рычков, Ю. В. Ненахов, П. В. Бирило,*

Д. В. Вербенец, А. В. Еврасов, Р. О. Савченко

Подписано в печать 23.11.2012 г. Формат бумаги 60х84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Печать на ризографе. Усл. печ. л. 38,36. Уч.-изд. л. 42,81.

Тираж 350 экз. Зак. № 3401. Изд. № 147.

Издатель и полиграфическое исполнение

Белорусский государственный университет транспорта:

ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.

ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.

246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.

ISBN 978-985-554-127-2

