

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, связного 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 широковещательных 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