

цию устройства ЖАТ на импульс преднамеренного воздействия. Аналогично могут быть получены и условия эквивалентности биэкспоненциального импульса и других видов импульсов.

Сказанное позволяет сделать вывод, что по устойчивости изделия электронной техники к ЭСР можно косвенно судить и об устойчивости того же изделия к ЭИПВ, распространяющимся по свободному пространству. Испытания на устойчивость к ЭСР производятся для всех типов электронного оборудования информационно-управляющих систем. Следовательно, добившись устойчивости к ЭСР конструктивными мерами и подтвердив ее данными испытаний, можно увеличить и устойчивость того же технического средства к ЭИПВ. Таким образом, достигается значительная экономия средств на проведение мероприятий по обеспечению устойчивости к ЭИПВ, ускоряются разработка и внедрение новой техники ЖАТ. Одновременно, эта техника приобретает достаточный уровень устойчивости к современным угрозам.

УДК 656.2.08

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕЕЗДОВ НА СТАНЦИИ ПРИ ОТКАЗАХ МПЦ

*К. А. БОЧКОВ, С. Н. ХАРЛАП, А. Н. КОВРИГА, Д. Н. ШЕВЧЕНКО,  
А. В. ЛОГВИНЕНКО, А. В. ЕРМОЛЕНКО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Микропроцессорные централизации стрелок и сигналов на станциях находят все более широкое распространение. Функциональные возможности современных МПЦ имеют постоянную тенденцию к расширению и интеграции их в многоуровневые системы центров управления движения поездов. Как и любые другие системы, построенные на современной элементной базе, МПЦ подвержены отказам. С целью увеличения коэффициента готовности при защитном отказе в некоторых МПЦ предусмотрен вспомогательный ручной режим управления, в котором проверка условий безопасности и принятие решений возлагаются исключительно на дежурного по станции (ДСП).

Анализ крушений и браков в работе систем ЖАТ показывает, что в большинстве случаев события, приводящие к тяжелым последствиям развиваются по следующему сценарию. Вначале следует отказ технических средств ЖАТ, и как следствие возникает нештатная ситуация, приводящая к полной или частичной потере функции по управлению и контролю над объектами дежурным по станции. Затем основные функции по обеспечению безопасности движения поездов, на время устранения нештатной ситуации, принимает на себя ДСП.

Таким образом, в нештатных ситуациях на время восстановления системы МПЦ уровень обеспечения безопасности движения поездов на станции значительно снижается и на первый план выступает человеческий фактор. Предполагая поток отказов МПЦ простейшим, интенсивность аварий на железнодорожной станции (по причине отказов МПЦ) определяется выражением

$$\lambda_a = \lambda_{ao} + \lambda_{an} = \lambda_{oo} P_{co} (1 - P_n) + \lambda_{no} P_{cn} P_{od}, \quad (1)$$

где  $\lambda_{ao}$  – интенсивность аварий по причине опасных отказов МПЦ;  $\lambda_{an}$  – интенсивность аварий по причине неопасных (защитных) отказов МПЦ;  $\lambda_{oo}$  – интенсивность опасных отказов ( $\lambda_{oo} = 10^{-7} \dots 10^{-9}$  1/ч);  $P_{co}$  – вероятность наличия неблагоприятной поездной ситуации в момент опасного отказа (имеет порядок  $P_{co} = 10^{-1} \dots 10^{-2}$ );  $P_n$  – вероятность парирования опасной технологической ситуации ДСП ( $P_n = 0,2 \dots 0,8$ );  $\lambda_{no}$  – интенсивность неопасных отказов (причем  $\lambda_{no} = 10^{-3} \dots 10^{-6}$  1/ч);  $P_{cn}$  – вероятность наличия благоприятной поездной ситуации в момент неопасного отказа;  $P_{od}$  – вероятность ошибочных действий ДСП (имеет порядок  $P_{od} = 10^{-1} \dots 10^{-2}$ ).

Анализируя факторы, влияющие на интенсивность аварий  $\lambda_a$ , видно, что второе слагаемое в выражении (1) имеет преимущественный вклад (более 99%), а меры повышения надежности и безопасности функционирования МПЦ в первую очередь должны быть связаны с уменьшением вероятности  $P_{od}$  ошибочных действий ДСП.

Для снижения риска возникновения аварийных ситуаций в системах критичных к безопасности находят все более широкое применение интеллектуальные надстройки в виде систем поддержки принятия решений оперативным персоналом.

В научно-исследовательской и испытательной лаборатории «Безопасность и ЭМС технических средств» БелГУТа впервые в мире разработана и интегрирована в систему МПЦ «Ипуть» подсистема поддержки принятия решений ДСП (СППР) в нештатных ситуациях, задачей которой является предоставление дежурному

по станции порядка действий при возникновении нештатных ситуаций и контроль его выполнения. СППР выдает рекомендации по действиям ДСП в условиях нарушений нормальной работы устройств сигнализации, централизации и блокировки на станции. Влияние СППР на повышение уровня безопасности движения поездов проявляется путем исключения ошибочных действий ДСП или при игнорировании им опасных ситуаций, возникающих в процессе организации движения поездов или маневровой работы на станциях.

Механизм идентификации нештатных ситуаций основан на анализе состояния объектов, логике происходящих событий до наступления нештатной ситуации, критерием нештатных ситуаций. Следует заметить, что не все возникающие нештатные ситуации могут быть идентифицированы в автоматическом режиме. В этом случае ДСП может по анализу совокупности признаков проявления нештатной ситуации сам определить ее и идентифицировать из списка возможных нештатных ситуаций.

СППР выполняет автоматическое определение нештатных ситуаций, которые могут произойти на станции. В случае определения такой ситуации на экран автоматически выводится соответствующий ей перечень действий ДСП и производится запись в журнале произошедших событий. Система требует от ДСП выполнения указанных в перечне действий и отметки им этих действий на экране строго по перечню и в указанном порядке. Информация о проставленных отметках недоступна для редактирования ДСП и не может быть отключена от сохранения.

К автоматически определяемым в СППР нештатным ситуациям отнесены: прием по пригласительному сигналу; взрез стрелки; нарушение габарита; неисправности переезда; ложная занятость рельсовых участков; аварийный перевод стрелок; искусственное размыкание; изъятие ключа-железа; авария фидеров электропитания; отказ АРМ ДСП; отказ основного комплекта ядра системы МПЦ. В случае, если ситуация автоматически не идентифицируется, ДСП выбирает ее из перечня нештатных ситуаций и выполняет все указанные действия.

В настоящее время МПЦ «Путь» является единственной в мире централизацией с СППР, о чем свидетельствует патент Республики Беларусь на изобретение № 15306 и положительное решение на выдачу патента на изобретение Российской Федерации. Использование СППР позволяет существенно уменьшить вероятность ошибочных действий ДСП и, как следствие, интенсивность аварий на железнодорожных станциях. Кроме того, работа СППР положительно сказывается на психологическом состоянии ДСП в штатных и нештатных ситуациях. Опытная эксплуатация СППР показала положительные результаты.

УДК 621.38

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

П. М. БУЙ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Большинство эксплуатируемых в настоящее время на Белорусской железной дороге систем железнодорожной автоматики построено на базе реле первого класса надежности. Основная задача этих систем заключается в обеспечении функциональной безопасности на высоком уровне с интенсивностью опасных отказов от  $10^{-8}$  до  $10^{-13}$  с<sup>-1</sup>. Согласно [1], вопросы информационной безопасности для релейных систем железнодорожной автоматики не рассматривались. Хотя, с помощью организационных мероприятий, предусмотренных правилами технической эксплуатации данных систем, исключались попытки несанкционированного доступа (НСД) к их аппаратам управления. Кроме того, логика работы систем строилась таким образом, что ею исключались любые запрещенные действия субъектов или действия субъектов, приводящих к формированию недопустимых по условиям безопасности движения управляющих воздействий.

Оценка эффективности информационной безопасности систем железнодорожной автоматики является достаточно важной задачей. Имея общую методику оценки эффективности таких систем при различной их конфигурации и функционировании в различных условиях, можно производить их сравнительный анализ для обеспечения максимальной защиты в заданных условиях.

Любая техническая система создается для выполнения вполне определенного набора задач или функций. Выполнение технической системой заданного набора задач называется операцией.

Эффективность операции – это степень соответствия реального (фактического) результата операции требуемому. Эффективность системы в целом – это степень выполнения ею заданного набора функций.

Как и всякое свойство, эффективность обладает определенной интенсивностью своего проявления. Меру интенсивности проявления эффективности называют показателем эффективности  $E$ . Следовательно, показатель эффективности любой технической системы есть мера степени соответствия реального достигаемого результата  $R$  выполнению операции требуемому результату  $R_{тр}$ . Основным требованием при выборе показателя эффективности является его соответствие цели операции, которая отображается требуемым результатом.