

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  $R$  выполнения операции требуемому результату  $R_{тр}$ . Основным требованием при выборе показателя эффективности является его соответствие цели операции, которая отображается требуемым результатом.

Для описания соответствия реального результата  $R$  операции требуемому  $R_{\text{тр}}$  вводится числовая функция на множестве результатов операции [2]:

$$\rho = \rho(R(u), R_{\text{тр}}), \quad (1)$$

где  $R(u)$  – реальный результат операции зависящий от параметров  $u$ ;  $R_{\text{тр}}$  – требуемый результат операции;  $u$  – параметры операции, определяемые особенностями системы, набором выполняемых функций, средой функционирования и т. д.

Функция  $\rho(R(u), R_{\text{тр}})$ , называемая функцией соответствия, показывает степень достижения цели операции и, в случае детерминированности переменных  $R(u)$  и  $R_{\text{тр}}$ , может быть использована в качестве показателя эффективности:

$$E(u) = (R(u), R_{\text{тр}}). \quad (2)$$

Главной задачей обеспечения информационной безопасности локальной системы железнодорожной автоматики является защита системы железнодорожной автоматики от преднамеренных или случайных действий нарушителей, которые нарушают безопасность ее функционирования. В соответствии с этим показатель эффективности информационной безопасности можно определить, как меру приближения вероятности безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики в реальных условиях функционирования  $P_{\text{бф}}$  к требуемой  $P_{\text{тр}}$ .

В качестве цели, ради которой нарушается безопасное функционирование системы железнодорожной автоматики примем самый худший из вариантов – организация управляющего воздействия, приводящего к нарушению безопасности движения поездов на станции.

Если под безопасным функционированием системы железнодорожной автоматики понимать такое ее состояние, при котором она выполняет все возложенные на нее функции без ошибок и отказов и любые атаки нарушителей не выводят систему из данного состояния, то  $P_{\text{тр}}$  будет равна единице. Тогда

$$E = (P_{\text{бф}}). \quad (3)$$

Вероятность безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики в реальных условиях функционирования можно определить как:

$$P_{\text{бф}} = 1 - P_{\text{нбф}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{нбф}}$  – вероятность нарушения безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики.

Нарушение безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики может произойти в том случае, когда произойдет хотя бы одно из следующих событий:

- нарушение работы программного обеспечения;
- отказ (сбой) оборудования;
- действие нарушителя.

В таком случае вероятность нарушения безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики будет определяться следующим выражением [3]:

$$P_{\text{нбф}} = P_{\text{по}} + P_{\text{от}} + P_{\text{дн}} - P_{\text{от}}P_{\text{дн}} - P_{\text{по}}P_{\text{от}} - P_{\text{по}}P_{\text{дн}} + P_{\text{по}}P_{\text{от}}P_{\text{дн}} = 1 - (1 - P_{\text{по}})(1 - P_{\text{от}})(1 - P_{\text{дн}}), \quad (5)$$

где  $P_{\text{по}}$  – вероятность нарушения работы программного обеспечения;  $P_{\text{от}}$  – вероятность появления отказа (сбоя) оборудования;  $P_{\text{дн}}$  – вероятность реализации действий нарушителя.

Вероятность безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики в реальных условиях функционирования согласно выражения (4) будет иметь вид:

$$P_{\text{бф}} = (1 - P_{\text{по}})(1 - P_{\text{от}})(1 - P_{\text{дн}}). \quad (6)$$

Вероятности  $P_{\text{по}}$  и  $P_{\text{от}}$  определяются надёжностью программного обеспечения и элементов системы и могут определяться функцией интенсивности их отказов:

$$P(\lambda) = 1 - e^{-\sum_{j=1}^n \lambda_j t}, \quad (7)$$

где  $\lambda_j$  – интенсивность отказов элементов, выполняющих  $s$ -ю функцию;  $n$  – количество элементов, реализующих  $s$ -ю функцию.

Вероятность нарушения безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики в результате действия нарушителя вычисляется, как произведение вероятности того, что действие нарушителя было реализовано, и того, что оно привело к нарушению безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики:

$$P_{\text{дн}} = P_{\text{рдн}} P_{\text{пдн}}, \quad (8)$$

где  $P_{рдн}$  – вероятность того, что действие нарушителя было реализовано;  $P_{пдн}$  – вероятность того, что реализованное действие нарушителя привело к нарушению безопасного функционирования системы железнодорожной автоматики.

Для реализации своего действия нарушителю необходимо получить доступ к информационной системе. В локальных системах для этого необходимо проникнуть в помещение, в котором данная система функционирует. Кроме того, нарушителю необходимо получить доступ к функциям управления в системе, для чего ему необходимо пройти аутентификацию на управляющей ЭВМ информационной системы.

$$P_{рдн} = P_{дп} P_a, \quad (9)$$

где  $P_{дп}$  – вероятность того, что нарушитель получил доступ в помещение;  $P_a$  – вероятность того, что нарушитель прошел аутентификацию на управляющей ЭВМ информационной системы.

Нарушитель может пройти аутентификацию на управляющей ЭВМ информационной системы в случае, если он знает аутентификатор, подобрал его или, если произошел отказ программного обеспечения или оборудования ЭВМ:

$$P_a = P_{за} + P_{па} + P_{от} + P_{по} - P_{за} P_{па} - P_{за} P_{от} - P_{за} P_{по} - P_{па} P_{от} - P_{па} P_{по} - P_{от} P_{по} + P_{за} P_{па} P_{от} + P_{за} P_{па} P_{по} + P_{за} P_{от} P_{по} + P_{па} P_{от} P_{по} - P_{за} P_{па} P_{от} P_{по} = 1 - (1 - P_{за})(1 - P_{па})(1 - P_{от})(1 - P_{по}), \quad (10)$$

где  $P_{за}$  – вероятность знания аутентификатора;  $P_{па}$  – вероятность подбора аутентификатора.

Вероятность того, что реализованное действие нарушителя привело к появлению управляющего воздействия, приводящего к нарушению безопасности движения поездов на станции, определяется правилами контроля за реализацией подобных управляющих воздействий, а также надёжностью программного обеспечения и элементов информационной системы.

$$P_{пдн} = P_{от} + P_{по} - P_{от} P_{по} = 1 - (1 - P_{от})(1 - P_{по}). \quad (11)$$

Эффективность информационной безопасности локальной системы железнодорожной автоматики зависит как от характеристик самой системы, так и от условий ее функционирования.

Используя приведенные выше формулы и оценивая указанные вероятности для каждого нарушителя можно оценивать эффективность информационной безопасности локальной системы железнодорожной автоматики при реализации угроз от любого из них в реальных условиях функционирования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Калютчик, С. П. Особенности организации работ по обеспечению информационной безопасности на Белорусской железной дороге / С. П. Калютчик // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2006. – № 1–2 (12–13). – С. 70–74.
- 2 Надежность и эффективность в технике: в 10 т. / сост.: В. А. Меньшиков, Н. А. Северцев. – М.: Машиностроение, 1998. – Т. 3. – 328 с.
- 3 Пугачев, В. С. Введение в теорию вероятностей / В. С. Пугачев. – М.: Наука, 1968. – 368 с.

УДК 656.212.7.05

### АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ

Б. Л. ГОРБУНОВ, Р. Л. ТАШЧИ

ЗАО «МПП «ИМСАТ» г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК) предназначен для централизованного контроля, диагностики и регистрации технического состояния устройств железнодорожной автоматики и телемеханики, а также предоставления информации о поездном положении в пределах диспетчерского круга. АПК-ДК осуществляет сбор, обработку, хранение и отображение информации о состоянии объектов контроля в реальном масштабе времени.

Система позволяет повысить производительность и эффективность труда диспетчера и оперативного персонала дистанции сигнализации и связи, а также аппарата управления движением на уровне диспетчерских кругов и региональных центров управления.

Система обеспечивает:

- непрерывный контроль за техническим состоянием устройств автоматики и телемеханики в реальном масштабе времени;
- автоматизированное выявление отказов и предотказных состояний устройств ЖАТ;
- учет и контроль устранения отказов устройств;