

которого устройство было занято), среднее число занятых каналов связи в устройстве за весь период моделирования. По результатам имитационного моделирования были подсчитаны проценты потерянных вызовов для каждого эксперимента (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты моделирования обслуживания вызовов

Номер эксперимента	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество каналов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество поступивших вызовов	159	135	154	141	137	157	150	160	148	148
Количество потерянных вызовов	128	74	65	30	17	15	8	1	0	0
Коэффициент загрузки устройства	0,62	0,56	0,58	0,44	0,43	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28
Среднее число занятых каналов	1,00	1,12	1,74	2,54	2,13	2,51	2,72	2,80	2,83	2,83
Процент потерянных вызовов	80,53	54,82	44,16	21,28	12,1	9,55	5,33	0,63	0	0

Как видно из результатов в приведенной таблице 1, 4 канала для заданного потока вызовов является оптимальным. В случае роста нагрузки и увеличения интенсивности вызовов количество каналов связи необходимо увеличить до 8, процент потерянных вызовов для 8 каналов равен 0,63 %. Данные результаты имитационного моделирования соответствуют результатам аналитических расчетов числа каналов связи по I формуле Эрланга.

УДК 621.38

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ СО ВСТРАИВАЕМЫМИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

К. А. БОЧКОВ, П. М. БУЙ, А. В. ЛОГВИНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Мировые тенденции развития аппаратно-программных комплексов встраиваемых компьютерных систем оказывают существенное влияние на использование современных систем автоматике и телемеханики на базе микропроцессорной техники. Такие компьютерные системы принято относить к особому классу «ответственных встраиваемых систем».

С целью уменьшения издержек на разработку и ускорения выхода на рынок готовых встраиваемых компьютерных систем управления преобладающей в мире тенденцией является использование принципа горизонтальной интеграции и COTS-технологий (Commercial Off-The-Shelf). Использование принципа COTS-технологий и горизонтальной интеграции стало возможным за счет появления на рынке встраиваемых компьютерных систем.

Преобладающей тенденцией при производстве промышленных компьютеров в последнее время является использование процессоров со встроенными беспроводными технологиями удаленного мониторинга и управления.

С позиции информационной безопасности IT-технологии на железнодорожном транспорте можно разделить на два класса. К первому классу относятся информационные системы, не участвующие непосредственно в обеспечении безопасности движения поездов, но использующие информационный контент, являющийся конфиденциальным или содержащий коммерческую тайну. Ко второму классу относятся системы управления движением поездов, использующие современные IT-технологии. При этом для таких систем важно обеспечение как функциональной, так и информационной безопасности для исключения возможности несанкционированного доступа и гарантированного отсутствия недеklarированных и недокументированных возможностей. Для таких систем целесообразно было бы проводить комплексную оценку (экспертизу) как на функциональную, так и на информационную безопасность.

Существующие технологии и методы оценки информационной безопасности предполагают анализ технологического программного обеспечения на отсутствие несанкционированного доступа за счет методов аутентификации и идентификации в отрыве от функциональной безопасности и анализа системы в целом с ее аппаратной частью, операционной системой, драйверами устройств и интерфейсами.

В большинстве современных систем управления движением поездов используются аппаратные средства (промышленные компьютеры, микроконтроллеры) и системное программное обеспечение (операционные системы, драйверы и т. п.) западных производителей. Вместе с тем, литературные источники и практика использования указывают на наличие как программных, так и аппаратных закладок (документированных и недокументированных), позволяющих осуществить несанкционированный доступ с целью получения информации или удаленного вмешательства в работу системы (блокирование, нарушение санкционированной до-

ступности и т. п.). Такие аппаратные и программные закладки поставляются вместе с аппаратно-программным комплексом и носят скрытый характер. Зачастую стандартными средствами администрирования обнаружить такие закладки невозможно. Но, помимо специально внедренных закладок, в аппаратно-программных комплексах неизбежно присутствуют ошибки как в логике работы микросхем, так и в исполняемом программном коде, которые могут привести к не менее опасным последствиям.

Вместе с тем, в Республике Беларусь системы управления железнодорожным транспортом, в том числе системы ЖАТ с использованием IT-технологий, согласно указа Президента Республики Беларусь № 486 классифицируются как критически важные объекты информации (КВОИ).

Все перечисленное выше указывает на то, что при использовании информационных систем в процессе обеспечения безопасности движения поездов задача оценки их информационной безопасности становится одной из важнейших. Целесообразно организовать выявление во встраиваемых компьютерных системах автоматизации процессов управления железнодорожным транспортом уязвимых мест закладок и возможных ошибок, действие которых может привести к наихудшим последствиям. Такое выявление может производиться с помощью группы экспертов, пытающихся встать на место злоумышленников, внедряющих закладки. Помимо этого, система защиты должна быть организована таким образом, чтобы информационная безопасность системы автоматизации процессов управления железнодорожным транспортом не нарушалась при появлении ошибки или внедрении закладки. Развитие информационных технологий не стоит на месте. Поэтому необходимо разрабатывать и использовать четкие адаптивные регламентированные действия по контролю ответственных команд, поступающих на систему автоматики и телемеханики. При этом любое возможное удаленное воздействие на систему управления или запрос информации с нее могут быть произведены только после подтверждения ответственного работника в оперативном режиме.

УДК 625.151.34

## КРИТЕРИИ ВЫБОРА СИСТЕМЫ МПЦ

К. А. БОЧКОВ, А. Н. КОВРИГА

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При выборе и сравнении систем МПЦ потребитель (железная дорога) должен учитывать следующие факторы:

*Стоимость системы* – основной показатель, определяющий конкурентоспособность разработки. При выборе системы МПЦ дорога-заказчик должна учитывать не только единовременные затраты на аппаратные и программные средства, но и затраты, связанные со всем жизненным циклом системы: адаптация к нормативно-техническим требованиям, эксплуатация и система обслуживания, гарантийное и постгарантийное сопровождение, обучение персонала и т. д.

*Надежность системы* определяет показатели безопасности движения поездов на станциях и готовности к работе в нештатных ситуациях. При этом показатели надежности и безопасности определяются структурой системы МПЦ (ее логическими схемами надежности и безопасности). Анализ опыта эксплуатации систем МПЦ и тенденции развития микропроцессорных систем управления, критичных к безопасности, показывают, что такие системы должны иметь резервирование на всех уровнях, а для повышения безопасности движения поездов на станциях МПЦ должны дополняться развитыми системами самодиагностики и подсистемами поддержки принятия решений ДСП при нештатных ситуациях.

*Степень зависимости от изготовителя и собственника ПО.* Системы МПЦ относятся к средствам длительной эксплуатации. В то же время исключительные права разработчика на программное обеспечение создает угрозу полной зависимости от компании-разработчика в вопросах обслуживания, ремонта. При определении степени зависимости от изготовителя следует также учитывать принадлежность прав интеллектуальной собственности и принятую идеологию построения аппаратной части МПЦ. Преимущественным для потребителя является использование изготовителем горизонтального принципа интеграции при производстве МПЦ. Этот принцип основан на использовании COTS-технологий (Commercial off-the-shelf), т. е. берутся хорошо освоенные на рынке серийно производимые аппаратно и программно совместимые изделия и компоненты и используются при создании встраиваемых систем управления. Применение же ранее широко используемого принципа вертикальной интеграции, когда изделия и компоненты встраиваемых систем управления производятся исключительно одним производителем, неизбежно ведет к полной зависимости потребителя на все время жизненного цикла МПЦ. Более того, производитель в дальнейшем диктует свои условия по цене и срокам поставки необходимых изделий при их дальнейшей эксплуатации. Поскольку системы МПЦ относятся к стратегическим объектам, организацию движения поездов на сети железных дорог, то использование зарубежных систем МПЦ, построенных по принципу вертикальной интеграции, противоречит принципам экономической безопасности страны.