

где  $\delta_c^2$  – приведенная погрешность фотосенсора видеокамеры (зависит от размеров и темнового тока фотодиодов пикселей);  $\delta_{кв}^2$  – приведенная погрешность квантования видеосигнала (зависит от динамического диапазона сигнала, шага квантования, позиционности кода);  $\delta_n^2$  – приведенная погрешность, вносимая линией связи (зависит от типа линии);  $\delta_{ан}^2$  – приведенная аномальная погрешность от шума фотоприемника (в случае использования волоконно-оптической линии связи);  $\delta_{ин}^2$  – приведенная погрешность интерполяции (определяется алгоритмом обработки выборок).

В выражение для оценки  $\delta_c^2$  не включены искажения от плохих условий съемки объекта, негативных эффектов от порядка и плотности расположения пикселей на ПЗС-матрице и др. Однако с помощью  $\delta_c^2$  можно оценить величину искажений за счет приемо-передающей аппаратуры и линии связи, которые вносят существенный вклад в качество распознавания образа в видеосервере системы видеонаблюдения.

Кроме погрешностей, вносимых физической линией связи и связанных с модуляцией и помехами, следует отметить возможные ошибки в цифровых видеосигналах за счет различных протоколов передачи информации.

Анализ влияния различных факторов на величину приведенной суммарной погрешности передачи цифрового видеосигнала позволит повысить эффективность распознавания опасных объектов и, как следствие этого, безопасность движения поездов на железнодорожном транспорте.

Главным источником шума являются фотосенсор и линия связи. Для улучшения качества сигнала фотосенсора необходимо совершенствовать технологии изготовления фотодиодов и создание новых функциональных материалов для оптоэлектроники.

Для снижения помех в радиолиниях необходимо совершенствовать электромагнитную обстановку и технологии кодирования и модуляции.

При использовании ВОСП нужно совершенствовать приемо-передающие модули и повышать пропускную способность ВОСП для возможности передачи сигналов высокой четкости, имеющих полосу частот порядка 1 ГГц.

Среди разных вариантов организации систем интеллектуального видеонаблюдения меньше искажений будет иметь место в СИВ со встроенной в камеру видеоаналитикой, где на месте съемок происходит обнаружение опасных объектов. Только в случае обнаружения изображение передается на видеосервер, где информация анализируется путем сравнения с сигналами от других камер. Встроенная видеоаналитика позволяет исключить искажения видеосигнала за счет линии связи и снизить вероятность ложных обнаружений.

Совершенствование принципов организации СИВ и видеоаналитики, методов борьбы с цифровым шумом, технологий проектирования и создания элементной базы оптоэлектроники позволяют значительно повысить безопасность на железнодорожном транспорте.

УДК 621.396.97

## **ПРОБЛЕМЫ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ИМПУЛЬСОВ ПОМЕХ**

*А. С. КАЗАКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Современные микропроцессорные системы управления движения поездов, обладая значительно большими функциональными возможностями, вместе с этим становятся уязвимыми по отношению к новому виду угроз – воздействию сверхширокополосных импульсов помех (СШИП) высокой энергии. Это обусловлено как использованием быстродействующей элементной базы, так и размещением устройств систем автоматики и телемеханики по станциям и перегонам, соединенными кабелями связи. При этом современные сверхширокополосные (СШП) генераторы помех способны создавать поле до 100 кВ/м которое способно привести к сбоям и отказам системы. Это создает предпосылки использования СШП импульсов для преднамеренного электромагнитного воздействия и терроризма. Так как микропроцессорные системы железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) являются си-

стемами нижнего уровня при обеспечении безопасности поездов, то становится актуальным вопрос защиты таких систем управления движением поездов от подобного рода воздействий.

Основным способом защиты от СШП воздействия является экранирование. В микропроцессорных устройствах СЖАТ в качестве экрана выступает корпус. Эффективность экранирования во многом обеспечивается его однородностью. На практике невозможно изготовить полностью однородный корпус. Как правило, в корпусе присутствуют различного рода неоднородности: вентиляционные отверстия, болтовые соединения, зазоры и др. Эти элементы корпуса способствуют проникновению электромагнитного излучения внутрь устройства, создают внутри корпуса помеховое электромагнитное поле, которое приводит к сбоям электронной элементной базы. Однако вместе с тем в имеющихся литературных источниках вопросам расчета и анализа проникновения излучения через неоднородности экранов уделяется недостаточное влияние.

Для расчета и анализа эффективности электромагнитного экрана на стадии проектирования могут быть использованы автоматические системы моделирования, например CST Microwave Studio. В ее основе лежат два метода расчета: метод конечных разностей (Finite Difference Time Domain, FDTD) и метод матриц линий передачи (transmission-line matrix method, TLM). Они позволяют осуществлять параллельные вычисления на компьютерах, что является современным способом повышения быстродействия программного обеспечения. Основным же недостатком методов является то, что трехмерные задачи, где имеются сложная конфигурация границ и большое количество деталей, требуют значительных вычислительных затрат и обладают чувствительностью к погрешностям исходных данных. В качестве альтернативы в НИЛ «Безопасность и электромагнитная совместимость технических средств» БелГУТа реализован аналитический метод расчета электромагнитного излучения неоднородностей корпусов и разработано программное обеспечение для инженерного использования. В сравнении с имеющимися программными комплексами она имеет высокую вычислительную эффективность, не имеет проблемы ленгмюровских колебаний из-за погрешностей входных данных, не требует больших вычислительных ресурсов. Однако программное обеспечение обладает и некоторыми недостатками: в процессе расчета не учитывается материал экрана, позволяет производить расчеты только наиболее распространенных неоднородностей. Вторым по значимости каналом проникновения помех являются сети передачи данных. Информационная сеть современных микропроцессорных систем управления движением поездов организована по средствам интерфейсов: RS-232, RS-485, RS-422, Ethernet, CAN. Все виды используемых интерфейсов для приема и передачи сигналов используют многопроводные сигнально-блокировочные экранированные кабели марки КРУШЭ и жильностью  $3 \times 1$ . Обзор литературы показал, что в настоящее время отсутствуют исследования механизмов деструктивного воздействия и испытаний устойчивости сети связи хотя бы для одной из используемых технологий, например Ethernet, и при этом по общепризнанным методикам диагностики сетей.

Проблемы помехозащищенности микропроцессорных систем автоматики и телемеханики от воздействия сверхширокополосных импульсов помех не могут быть решены исключительно экспериментальным путем. Поэтому необходим комплекс методов, включающих расчетно-теоретические, имитационные методы и экспериментальные. Необходимо развитие, совершенствование и разработка новых специальных методов анализа и оценки воздействия СШП ЭМИ на устройства СЖАТ, установления перечня параметров, определяющих поражающее действие. Перспективным является разработка системных методов и средств обеспечения устойчивости микропроцессорных устройств СЖАТ к воздействию СШП импульсов помех с учетом современных требований технических нормативных правовых актов.

УДК 656.25

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

*А. Н. КОВРИГА, К. А. БОЧКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В настоящее время на железных дорогах стран СНГ используется большое количество релейных систем электрической централизации (ЭЦ) и автоматической блокировки (АБ) с превышением