

- обеспечение ДСП нормативно-техническими данными, в том числе системой поддержки принятия решений (СППР);
- использование системы СППР для электромехаников;
- переход на безбумажную технологию документооборота;
- выполнение функций контролируемых пунктов диспетчерской централизации (ДЦ);
- применение средств телеизмерения, самодиагностики, протоколирования, архивации и т.д.

Внедрение в практику новых достижений техники должно происходить тогда, когда они дают ощутимый технико-экономический эффект. Для систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) это получение новых функциональных возможностей, повышающих безопасность систем и устройств, улучшающих условия труда, сокращающих трудозатраты, экономящих энергоресурсы и т.д.

На Белорусской железной дороге несмотря на уже десятилетний опыт разработки, проектирования и эксплуатации систем микропроцессорной централизации (МПЦ) стоимость этих систем не уменьшается и остается относительно высокой. Это касается как первых этапов жизненного цикла систем МПЦ, включающих проектирование, строительство и монтаж, пусконаладочные работы, так и всех последующих.

Вместе с тем успех системы централизации того или иного типа определяет экономическая эффективность, при расчете которой надо учитывать инвестиции в систему как на начальных этапах жизненного цикла, так и в дальнейшем на этапах эксплуатации систем (эксплуатационные расходы). Требуется совершенствование сложившейся системы обслуживания МПЦ. Специалисты дороги сейчас самостоятельно взаимодействуют с разработчиками и производителями систем. Необходимо определен штат высококвалифицированных работников, повышение их квалификации, необходимый объем запасного оборудования, аппаратуры и комплектующих.

Возможно уже в ближайшее время возникнет ситуация замены не только старых релейных систем, но и модернизации систем МПЦ по причине отказов, необходимости совершенствования аппаратно-программного комплекса и внедрение новых разработок для управления и контроля напольными объектами электрической централизации (интеллектуальные стрелочные электроприводы, светодиодные светофоры, рельсовые цепи, устройства счета осей, ограждения, обдувки и т.д.). Однако уже в настоящее время некоторые представленные на рынке компоненты становятся недоступными (не производятся). По этой причине стоимость адаптации существующих установок МПЦ при переходе к новым компонентам должна быть экономически приемлемой. «Непрозрачность» алгоритмов работы систем и их программ может потребовать, как и при возможном изменении конфигурации путевого развития станции, дополнительных затрат на доказательство безопасности.

Таким образом, для снижения стоимости внедряемых на дороге систем МПЦ и повышения их технико-экономической эффективности требуется подробное экономическое обоснование решений и мероприятий на всех этапах жизненного цикла, начиная с выбора системы МПЦ, или релейно-процессорная централизация, и заканчивая организацией системы их эксплуатации и утилизации.

УДК 656.252.12

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИГНАЛОВ С БОЛЬШОЙ БАЗОЙ В ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЯХ**

*Д. В. КОМНАТНЫЙ*

*Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Безопасность движения поездов на перегонах во многом определяется безошибочной работой аппаратуры автоблокировки. В настоящее время широкое распространение получили тональные бесстыковые рельсовые цепи, в которых применяются сигналы с различными типами модуляции. В том числе находит применение двоичная фазовая манипуляция уникальным двоичным кодом.

Если осуществлять манипуляцию специально разработанными кодами Баркера, то в рельсовой цепи образуется так называемый сложный сигнал, который также именуется шумоподобным или сигналом с большой базой. Такие сигналы обладают многими достоинствами. Их использование снижает ошибки воспроизведения, сигналы легко скрыть в шумах и выделить из шумов. Это особен-

но важно для рельсовых цепей, в которых уровень шума достаточно велик. В заданном диапазоне частот могут работать несколько приемников и передатчиков, поскольку приемник воспринимает сигнал, на который он не настроен, как шум. Это особенно привлекательно для бесстыковых тональных рельсовых цепей, в приемники которых проникают сигналы от соседних блок-участков. Из сказанного выше следует, что шумоподобный сигнал не может создать ложной свободности блок-участка.

Квадрат параметра обнаружения шумоподобного сигнала

$$h^2 = \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} fT,$$

где  $P_c$  – мощность сигнала, Вт;  $P_{\text{ш}}$  – мощность шума, Вт;  $f$  – полоса частот, Гц;  $T$  – длительность сигнала, с.

Поскольку для сигналов с большой базой  $B = fT \gg 1$ , то при неизменной мощности сигнала возрастает уверенность его обнаружения.

Известно, что при фазовой манипуляции выигрыш в помехоустойчивости

$$g = fT \frac{m^2}{\Pi^2},$$

где  $m$  – индекс модуляции;  $\Pi$  – пик-фактор.

Из формулы следует, что сигналы с большой базой отличаются значительным выигрышем в помехоустойчивости по той же причине большого значения  $B = fT$ .

В рельсовых цепях известна кодирующая последовательность питающего конца данной рельсовой цепи с известной фазой. Если предполагать, что амплитуда сигнала подвержена случайным искажениям по причине действия помех, то достаточно легко организовать корреляционный прием сигнала, который является одним из прогрессивных методов приема сигналов рельсовых цепей, отличающимся высокой достоверностью. Следовательно, применение таких же сигналов в рельсовых цепях может обеспечить существенное повышение их надежности и безопасности. Тем самым можно решить актуальную научно-техническую проблему обеспечения безопасности движения поездов, в том числе и высокоскоростного, на перегонах.

Обоснованность выдвигаемого в докладе предложения подтверждается результатами, полученными в Санкт-Петербургском университете путей сообщения. При проведении работ по повышению надежности работы точечной АЛС показано, что применение сигналов, манипулированных составными кодами Баркера «3 и 3» и «3 и 7», дало выигрыш в надежности приема сигнала в три раза.

УДК 656.252.12

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ УДАРЕ МОЛНИИ В РЕЛЬСОВУЮ ЦЕПЬ

*Д. В. КОМНАТНЫЙ*

*Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого, Республика Беларусь*

Удар молнии в рельсовую цепь может привести к повреждению микроэлектронного и микропроцессорного оборудования рельсовых цепей, снижению безопасности движения поездов. Поэтому необходима разработка методов расчета волн токов и напряжений в рельсовой цепи при поражении ее молнией для использования при прогнозировании помех в рельсовой цепи и проектировании средств защиты.

Рельсовая цепь моделируется длинной линией с погонными параметрами: сопротивление  $R_0$ , индуктивность  $L_0$ , проводимость  $G_0$ . На нее воздействует ток молнии  $j(x, t)$ . Тогда из уравнений длинной линии получается уравнение типа Фурье

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{1}{L_0 G_0} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{R_0}{L_0} u + \left( \frac{1}{G_0} \frac{\partial}{\partial t} j(x, t) - \frac{R_0}{L_0 G_0} j(x, t) \right).$$

Граничные условия выводятся из следующих предположений. Рельсовая цепь длины  $l$  нагружена на обмотку путевого трансформатора с пренебрежимо малым омическим сопротивлением. На