

этой аппаратуры к внешним и внутриаппартурным электромагнитным помехам. Исключение помех в линиях связи таких плат при проектировании является исследованной задачей и может быть достигнуто. Метод граничных элементов позволяет рассчитать первичные параметры линий связи, при этом вычислительные трудности сравнительно ниже, чем при расчете линий связи печатных плат других конструкций. Следовательно, полосковые печатные платы являются предпочтительными в конструкциях аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики. Их проектирование не вызывает принципиальных затруднений и может быть осуществлено на практике без неприемлемых затрат труда и времени.

УДК 656.259.12

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЙ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ

Д. Д. МЕДВЕДЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Рельсовая цепь (РЦ) является основным элементом всех современных систем автоматики и телемеханики по регулированию движения поездов на железных дорогах и выполняет функции датчика информации о свободности и целостности рельсового пути, а также телемеханического канала связи между проходными светофорами и между путевыми и локомотивными устройствами [1].

В настоящее время при разработке и проектировании РЦ широко применяется микроэлектронная элементная база [2, 3], позволяющая применять современные методы обработки сигналов.

Эксплуатируемые в настоящее время на Белорусской железной дороге приемники тональных рельсовых цепей сравнивают амплитуду огибающей сигнала с некоторым фиксированным порогом. При этом если величина огибающей входного воздействия превышает порог ограничения обнаружителя, принимается решение о свободном и исправном состоянии контролируемой рельсовой линии [1]. В противном случае рельсовая линия считается занятой подвижным составом, либо неисправной [2].

Для решения задачи достоверной классификации состояний рельсовых линий необходимо, наряду с развитием существующих РЦ, создавать новые классификаторы состояний рельсовых линий (КСРЛ), позволяющие существенно расширить функциональные возможности рельсовых цепей при воздействии возмущающих факторов, организовать классификатором диагностику и прогнозирование состояния элементов рельсовой линии как первичного датчика информации и добиться относительной инвариантности классификатора к возмущающим воздействиям.

Наиболее перспективными для решения подобных задач представляются методы адаптивной обработки выходного сигнала рельсовой линии, методы распознавания образов с элементами самодобора сложности полинома решающих функций, а также методы инвариантности с принципом многоканальности [4].

При построении КСРЛ, рассчитанных на работу при повышенной проводимости изоляции, и в условиях воздействия комплекса помех, хорошие результаты дает использование математического аппарата обнаружения разладки случайного процесса [4]. Разладкой случайного процесса называется скачкообразное изменение его свойств, происходящее в неизвестный момент времени или не происходящий вовсе [5]. Различают положительную и отрицательную разладки. Применительно к контролю состояний рельсовых линий под положительной разладкой понимают скачкообразное изменение амплитуды сигнала контроля в момент освобождения рельсовой линии подвижным составом. Отрицательная разладка заключается в скачкообразном ее снижении, происходящей под действием поездного шунта, либо при нарушении целостности рельсовых нитей [4].

С точки зрения аппаратной реализации метода обнаружения разладки случайного процесса, наиболее простым и математически обоснованным является алгоритм кумулятивных сумм с отражающим экраном [4]. Он представляет собой последовательный анализ Вальда. Правило обнаружения разладки строится на сравнении на h -м шаге решающей статистики S_h с фиксированным порогом $U_{пв}$. Решающая статистика рассчитывается по формуле

$$S_h = \left\{ S_{h-1} + \ln \frac{W_1(y_h | \theta_2)}{W_0(y_h | \theta_1)} \right\}, S_0 = 0, \quad (1)$$

где $W_1(y_h|\theta_2)$, $W_0(y_h|\theta_1)$ – условные плотности распределения вероятностей наличия параметров сигнала θ_2 и θ_1 в выборке $\{y_h\}$; θ_2 и θ_1 – параметры случайного процесса до и после разладки (в шунтовом и нормальном режиме).

Работу классификатора, реализующего алгоритм (1), поясняет пример, когда подвижной состав освобождает рельсовую линию [4]. Временная диаграмма исходного процесса представлена на рисунке 1.

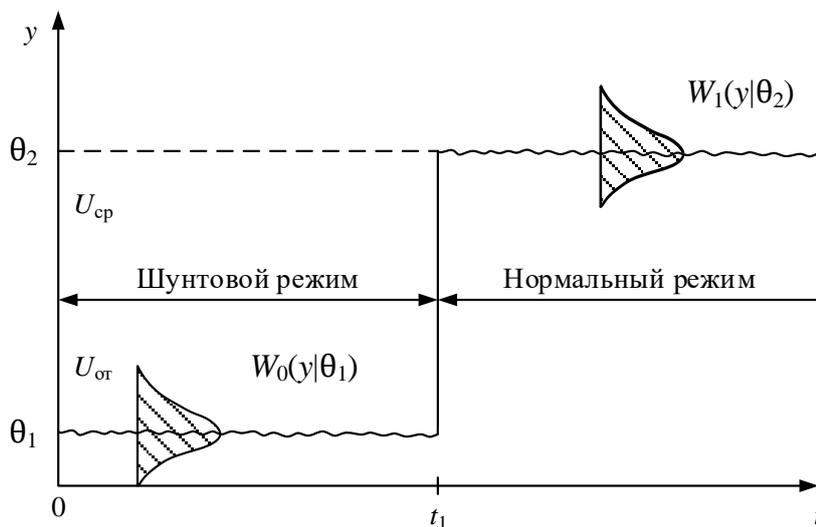


Рисунок 1 – Диаграмма напряжения на входе классификатора в момент освобождения поездом участка контроля

В нормальном режиме на входе классификатора действует смесь полезного сигнала высокого уровня θ_2 и помехи. Значения функции $W_1(y_h|\theta_2)$ в произвольный h -й момент будут превышать величину $W_0(y_h|\theta_1)$, и логарифм их отношения будет положительным [4]. После превышения порога разладки $U_{пв}$ приемник зафиксирует свободное состояние рельсовой линии. Аналогичным образом происходит работа при переходе из нормального режима в шунтовой либо контрольный.

Алгоритм кумулятивных сумм [4, 6] достаточно просто реализуется на любом микропроцессорном комплекте, что позволяет применять его в приемнике сигналов контроля рельсовой линии.

Таким образом, применение новых методов и цифровых устройств обработки сигналов позволит снизить материалоёмкость, уменьшить габаритные размеры аппаратуры, а также за счет использования современной микроэлектронной элементной базы появляется возможность повысить надёжность функционирования аппаратных средств.

Список литературы

- 1 **Брылеев, А. М.** Теория, устройство и работа рельсовых цепей / А. М. Брылеев, Ю. А. Кравцов, А. В. Шишляков. – М. : Транспорт, 1978. – 344 с.
- 2 **Беляков, И. В.** Теория и методы реализации адаптивных систем контроля состояния рельсовых линий : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.08 / И. В. Беляков ; Московский ин-т инж. ж.-д. трансп. – М., 1996.
- 3 **Бочков, К. А.** Теория и методы контроля электромагнитной совместимости микроэлектронных систем обеспечения безопасности движения поездов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.08 / К. А. Бочков ; Московский ин-т инж. ж.-д. трансп. – М., 1993. – 379 с.
- 4 **Тарасов, Е. М.** Математическое моделирование рельсовых цепей с распределенными параметрами рельсовых линий : учеб. пособие / Е. М. Тарасов. – Самара : СамГАПС, 2003. – 118 с.
- 5 **Жиглявский, А. А.** Обнаружение разладки случайных процессов в задачах радиотехники / А. А. Жиглявский, А. Е. Красковский. – Л. : Издательство ленинградского университета, 1988. – 224 с.
- 6 Алгоритм обнаружения сигналов контроля состояний рельсовой линии для железных дорог республики Узбекистан / А. Н. Садиков [и др.] // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. – 2022. – № 5(98).