

Решение краевой задачи (1), (3), (4) выполняется методом Фурье (разделения переменных). Этот метод позволяет найти решение непосредственно, в отличие от операторного метода, который обычно применяют для решения задач о переходных процессах в цепях с распределенными параметрами. По аналогии с описанными в монографии Я. М. Котляра решениями уравнения Фурье для задач теплообмена напряжение в РЦ ищем в виде ряда Фурье

$$u(x, t) = U(x, t) + \sum_{k=1}^{\infty} C_k e^{-a^2 \mu_k^2 t} X_k(x). \quad (6)$$

Функция $U(x, t)$ определяется из краевых условий и имеет вид

$$U(x, t) = E - \frac{E}{l+h} x, \quad (7)$$

где l – длина линии, м; x – текущая координата, м.

Характеристические числа $\mu_k = -\lambda_k^2$, где λ_k являются корнями уравнения

$$\operatorname{tg}(\lambda_k l) = -h \lambda_k. \quad (8)$$

Собственные функции задачи

$$X_k(x) = \sin \frac{k\pi}{l} x. \quad (9)$$

Коэффициенты ряда Фурье C_k определяются из начальных условий (3) путем подстановки их в ряд (4) и имеют вид

$$C_k = \frac{E}{k\pi} \left(\left(\frac{h}{l+h} \right) (-1)^k - 1 \right). \quad (10)$$

Полученное решение имеет характер затухающего колебательного переходного процесса, следовательно, оно физически корректно.

Недостатком всех решений уравнения Фурье методом разделения переменных является то, что эти решения справедливы при $0 \leq x < l$. Поэтому, на практике, напряжение на входе приемника автоблокировки принимается равным напряжению в точке линии, близкорасположенной к ее концу.

При ЭДС источника питания $E = 1$ В решение (6) и является переходной характеристикой рельсовой цепи. Она может использоваться для расчета переходных процессов при более сложной форме напряжения источника питания либо источника помех с помощью интеграла Дюамеля.

Весьма примечательным обстоятельством является то, что электрические процессы в рельсовых цепях описываются математическими соотношениями, аналогичными по форме задачам о распространении тепла в одномерных структурах. Эта аналогия позволяет применять в теории рельсовых цепей хорошо разработанный математический аппарат теории теплопередачи и использовать уже найденные в этой теории решения в качестве прототипов для решения задач о РЦ. Немаловажную выгоду применения указанной аналогии составляет то обстоятельство, что составляющие решения уравнения Фурье при различных начальных и граничных условиях табулированы в указанной монографии. В таблицах указаны частные решения уравнения Фурье, уравнения для характеристических чисел, собственные функции, формы решения для однородных и неоднородных уравнений Фурье. Эти таблицы охватывают большинство практических случаев и могут легко применяться при решении задач, в чем их несомненная польза.

УДК 656.2.08

КОНЦЕПЦИЯ ПРОТОКОЛИРОВАНИЯ СОБЫТИЙ СИСТЕМЫ МПЦ СТАНЦИИ «ИПУТЬ»

А. В. ЛОГВИНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

Существующие системы ЭЦ на Белорусской железной дороге характеризуются значительным их старением. Кроме того, в релейных системах затруднительна реализация протоколирования событий, что в значительной мере затрудняет анализ и поиск неисправностей в таких системах. Преимущества микропроцессор-

ных систем централизации (МПЦ) в настоящее время уже стали совершенно очевидными. Учитывая эти тенденции, учеными и специалистами БелГУТа и КТЦ Белорусской ж. д. разработана и введена в опытную эксплуатацию МПЦ на станции «Ипать» Гомельского отделения Белорусской ж. д.

Современные МПЦ представляют собой, как правило, сложные многоуровневые резервированные аппаратно-программные комплексы (АПК). Эксплуатация таких АПК невозможна без наличия развитых систем сопровождения и самодиагностики. Такие системы должны обеспечивать возможность наиболее адекватно и наглядно представлять информацию о работе АПК не только в заданный момент времени (такт работы), но и в определенном интервале времени. В частности, для систем МПЦ – это информация о передвижениях состава, временная информация о работе исполнительных объектов, реле, блоков управления, блоков сигнализации и телеизмерения.

В современных МПЦ все эти состояния и события протоколируются в реальном масштабе времени и сохраняются в архивах. При этом на архив событий и систему протоколирования должны налагаться условия достоверности и невозможности искажения информации как со стороны дежурного по станции, так и электромехаников.

МПЦ «Ипать» (рисунок 1) имеет следующую структуру: ядро МПЦ состоит из четырех промышленных компьютеров; компьютеры сгруппированы по парам в два комплекта, основной и резервный, к обоим комплектам подключены автоматизированные рабочие места электромеханика (АРМ ШН) и дежурного по станции (АРМ ДСП), система правильности принятия решений (СППР).

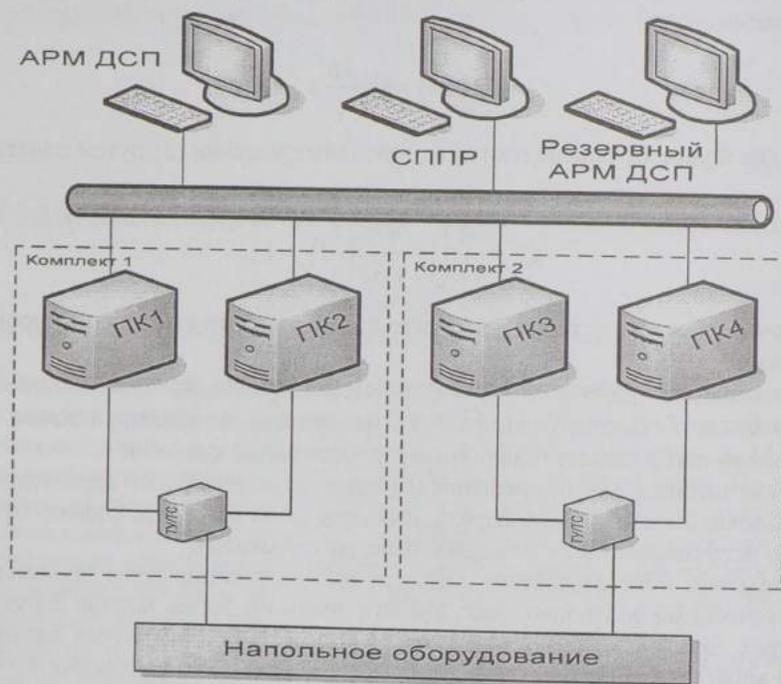


Рисунок 1 – Структурная схема МПЦ

В МПЦ «Ипать», находящейся в опытной эксплуатации больше года, реализована новая концепция протоколирования и воспроизведения состояний структурно сложных АПК.

Обеспечение заданного уровня качества протоколирования основывается на следующих принципах: в каждом из комплектов ведется независимый протокол изменений; все протоколы синхронизируются событийно независимо от машинного времени компьютеров; каждый компьютер ядра МПЦ ведёт протокол событий и изменения внутренних состояний; каждое АРМ ведёт протокол событий системы, протокол ввода данных пользователя по всем АРМ, СППР контролирует действия дежурного в нештатных ситуациях, протоколируя их; система протоколирования реализована таким образом, что исключено незаметное внесение изменений в протокол. Резерв протокола – 10 лет, после чего данные возможно архивировать и хранить на DVD.

На АРМ ШН и АРМ ДСП ведётся дополнительный детализированный протокол, позволяющий воспроизвести ситуацию наглядно. Разработаны специальные средства воспроизведения, облегчающие просмотр ситуаций на станции, произошедших в течение месяца.

Таким образом, в разработанной МПЦ «Ипать» реализованы все современные методы программной реализации, позволяющие обеспечить высокий уровень детализации событий в архивах и протоколах.

Положительные результаты опытной эксплуатации МПЦ «Ипать» свидетельствуют о том, что данная концепция протоколирования и заключённые в ней принципы, соответствуют лучшим западным аналогам. Это позволяет обслуживающему персоналу квалифицированно осуществлять текущее обслуживание системы и оперативно устранять возникающие сбои и отказы в работе отдельных устройств.