

# Управление состоянием сети передачи данных оперативно-технологического назначения

А. К. Канаев<sup>1</sup>, М. А. Сахарова<sup>2</sup>

Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I

<sup>1</sup>kanaevak@mail.ru, <sup>2</sup>zuvakamariya@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлен развернутый алгоритм управления состоянием сетью передачи данных оперативно-технологического назначения. Отличительной особенностью работы является выделение этапов принятия решений от формирования множества исходных данных о сети передачи данных до реализации решения (управляющего воздействия). В работе выделены основные элементы системы управления сетью на каждом этапе принятия решений и их функции. Расчетно-аналитическим методом получены временные характеристики реализации цикла управления с учетом вклада каждого частного подпроцесса системы управления. Показано, что общее время реализации цикла управления при использовании нейронных сетей для решения задач технического диагностирования элементов сети в среднем сокращается не менее, чем на 25 %. Практическая значимость работы определяется применимостью ее результатов в существующих и перспективных комплексах систем технического диагностирования состояния сети передачи данных различного масштаба, а также в оценке длительности цикла управления до полного устранения неисправности или до выполнения поставленных задач.

**Ключевые слова:** сеть передачи данных; интеллектуальная система; управление сетью; принятие решений; нейронные сети; эффективность управления сетью

## I. ВВЕДЕНИЕ

При создании и/или модернизации автоматизированных систем управления (СУ) телекоммуникационными сетями требуется уделить особое внимание ее физической основе, которой является сеть

передачи данных (СПД) оперативно-технологического назначения (ОТН) [1].

Сеть передачи данных ОТН обеспечивает передачу данных в реальном масштабе времени информационно-управляющих систем железнодорожного транспорта, предъявляющих повышенные требования по показателям оперативности, достоверности и надежности. СПД ОТН на основе пакетно-ориентированных технологий должна обеспечить удовлетворение спроса на услуги передачи данных при сохранении ключевых принципов их предоставления, а именно независимость, безопасность, достоверность и своевременность [1, 2].

Следовательно, необходимо разработать СУ СПД ОТН, которая будет оперативно идентифицировать неисправности в элементах сети и обоснованно предлагать вариант (план) восстановления [3] с минимизацией временных и материальных затрат.

Следует также отметить, что развитие СУ и увеличение масштаба СПД ведет к ужесточению требований по показателям обоснованности и своевременности принятия решений в СУ и в ее подсистемах [4].

В данной статье представлен разработанный алгоритм процесса управления состоянием СПД ОТН (далее – алгоритм СУ СПД).

## II. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ

С целью обеспечения требуемой устойчивости функционирования сети [1, 5] и предоставления услуг заданного качества (QoS) представим основные элементы (модули) СУ СПД и соответствующие им этапы принятия решений по поддержанию заданного состояния сети (табл. 1).

ТАБЛИЦА I ЭЛЕМЕНТЫ СУ СПД И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ ЭТАПЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПОДДЕРЖАНИЮ ЗАДАННОГО СОСТОЯНИЯ СЕТИ

№	Этапы процесса управления	Элементы СУ СПД
1	Формирование множества исходных данных $N_{\text{ис}} = \{N_1, N_2, N_3\}$ ; $D_{\text{СПД}} = \{N_{\text{кв}}, D_{\text{нб}}, H_{\text{ДН}}\}$ ; $G_{\text{СПД}} = \{Y_{\text{СПД}}, L_{\text{СПД}}\}$ ; $Q = \{NP_{\text{СПД}}, QoS_{\text{СПД}}, CC_{\text{СПД}}\}$	Модуль сбора информации о состоянии объекта управления
2	Формирование базы данных $B_{\text{СУ}} = \{D_{\text{СПД}}, Q, M_{\text{СПД}}\}$	Модуль формирования базы данных
3	Формирование структуры взаимодействия СУ и СПД $S_{\text{вфСУ}} = \{G_{\text{СПД}}, \{A_{1..4}, B\}, P_{\text{СПД}}, R_{\text{ТКС}}, B_{\text{СУ}}, T_{\text{ин}}, P_{\text{ин}}\}$	Модуль формирования алгоритмической структуры процесса взаимодействия СПД и СУ СПД
4	Определение технического состояния СПД (NMS) и ее элементов (EMS)	Модуль анализа текущих характеристик СПД и ее элементов с целью выполнения технического диагностирования СПД
5	Выработка решения и формирование плана восстановления	Модуль интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР), реализующий выработку решения и выбор соответствующего плана восстановления
6	Реализация решения, управляющее воздействие	Модуль реализации решения (резервирование ресурсов СПД, реализация процесса восстановления требуемого состояния СПД) по формированию управляющего воздействия

Отдельного внимания требуют процессы, реализуемые на 4 (рис. 1) и 5 (рис. 2) этапах функционирования СУ СПД, поскольку известные методы и модели, применяемые для решения соответствующих задач, не позволяют выполнить требования, предъявляемые к перспективной СУ СПД [2].

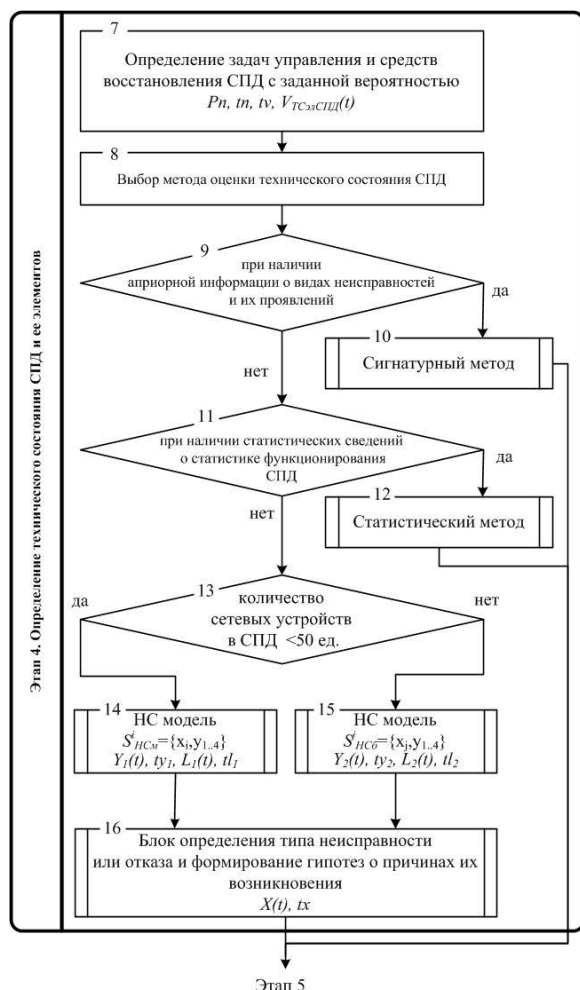


Рис. 1. Фрагмент алгоритма СУ СПД на 4 этапе процесса управления

Так, например, для решения задач технического диагностирования СПД различного масштаба можно применить, нейронные сети. Результаты разработанных моделей для решения поставленных задач представлены в [2]. Применение которых позволяет сократить общее время реализации цикла управления за счет уменьшения времени реализации процесса диагностирования сети.

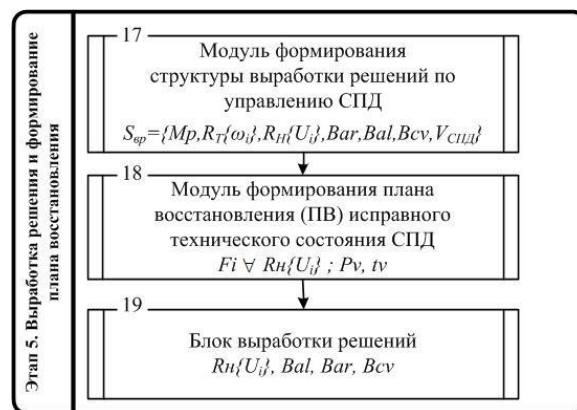


Рис. 2. Фрагмент алгоритма СУ СПД на 5 этапе процесса управления

Включение модуля ИСППР направлено на повышение обоснованности и оперативности принимаемых решений. Следует отметить, что ИСППР позволяет формировать множество альтернативных вариантов (решений) по восстановлению заданного состояния сети [2,3]. ИСППР в составе СУ СПД взаимодействует с СПД через систему технической диагностики, которая осуществляет оперативный контроль параметров сети, измерения диагностических параметров элементов сети и параметров QoS, резервирование, восстановление и ремонт элементов СПД.

При описании взаимодействия ИСППР и СПД обозначим базовые операции (подпроцессы) [2]:

- оценка технического состояния СПД и ее элементов;
- выбор типа измерений диагностических параметров элементов сети или сети в целом с учетом требований QoS в зависимости от количества и вида выявленных отказов;
- сбор и обработка диагностических данных СПД и ее элементов;
- определение типа неисправности;
- формирование плана восстановления СПД.

### III. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СЕТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Для выполнения требования к СУ СПД по оперативности [4] принятия решений предложено включить в состав СУ СПД нейросетевые модели для решения задач технического диагностирования СПД и модуля ИСППР, выполняющего функции планирования, оперативного управления, контроля и учета данных [2].

При оценке оперативности функционирования СУ СПД учитываются длительности составляющих его основных процессов, в качестве которых можно принять время, затрачиваемое на управление.

Среднее время реализации цикла управления зависит от типа решаемой задачи СУ СПД [2]. Для выделенных ключевых процессов управления были разработаны соответствующие математические модели в виде стохастических сетей [6], которые позволили оценить

время реализации цикла управления СУ СПД при использовании модуля ИСППР (этап 5) и нейросетевых моделей (этап 4).

Изменение среднего времени реализации цикла управления в различных условиях функционирования СУ

СПД представлено на рис. 3. Результаты расчета показывают существенное преимущество СУ СПД по сравнению с существующей системой мониторинга и администрирования СПД ОТН.

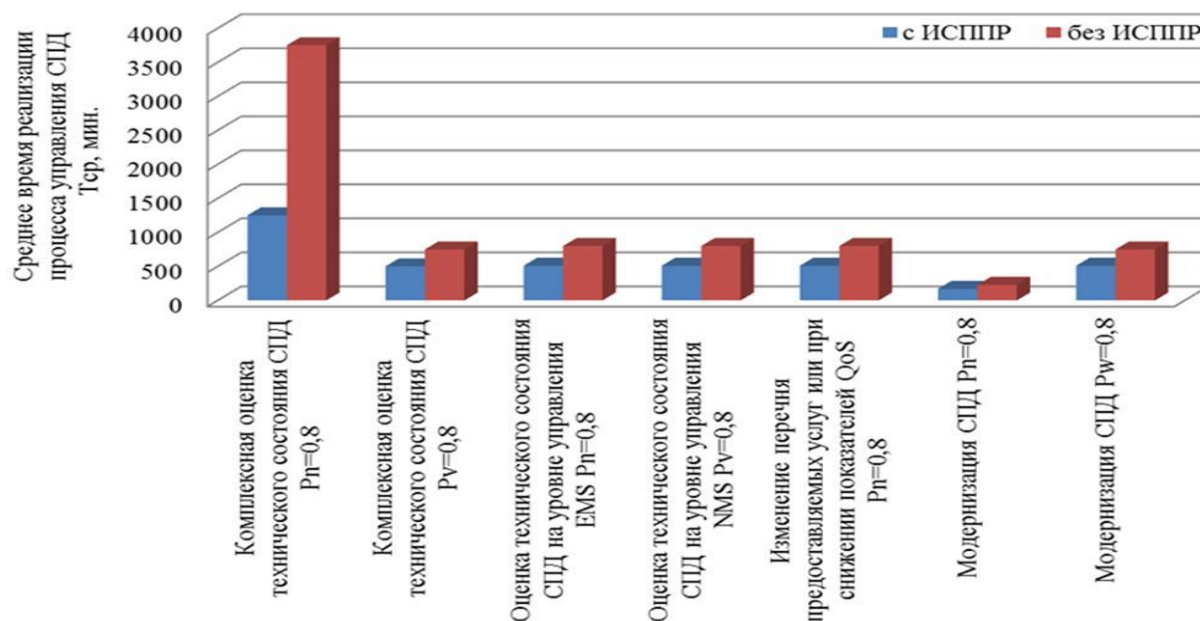


Рис. 3. Длительность цикла управления СПД с/без ИСППР для разных решаемых задач ( $P_n$  – вероятность выявления отказов в СПД,  $P_v$  – вероятность восстановления,  $P_w$  – вероятность достижения цели управления)

Проведенный анализ результатов моделирования выделенных ключевых процессов управления СПД позволяет сделать вывод, что при применении нейросетевых моделей для решения задач технического диагностирования СПД и ИСППР общее время реализации цикла управления сетью в среднем сокращается не менее, чем на 25 %.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в статье алгоритм отличается от разработанного ранее [2] тем, что для выявленных элементов СУ СПД ОТН выделены соответствующие им этапы процесса управления по поддержанию заданного состояния сети, а также частные процессы, характеризующиеся временем выполнения поставленных задач.

Контролируя вероятностно-временные характеристики частных процессов в представленном процессе управления СПД можно достичь выполнения требований по оперативности принимаемых решений.

Применение ИСППР обеспечивает принятие обоснованных решений при обработке большого количества объема диагностических данных за меньшее время благодаря использованию моделей на основе нейронных сетей.

Применение нейронных сетей для обработки диагностических данных элементов СПД и параметров качества предоставления услуг позволило существенно

сократить время выполнения технического диагностирования сети.

Таким образом, представленный процесс управления СПД ОТН рекомендуется на этапах проектирования СПД и разработки СУ СПД.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Типовые материалы для проектирования 411404 Сети передачи данных ОАО «РЖД» на базе современных телекоммуникационных технологий и технических решений / Институт по проектированию сигнализации, централизации, Связи и радио на железнодорожном транспорте «ГИПРОТРАНССИГНАЛСВЯЗЬ» - Филиал ОАО «РОСЖЕЛДОРПРОЕКТ», 2014–106 стр.
- [2] Сахарова М.А. Разработка моделей функционирования и методики формирования интеллектуальной системы поддержки принятия решений по управлению сетью передачи данных: Дис. ... канд. техн. наук / Гос. ун-т морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова. Санкт-Петербург, 2015.
- [3] Бигелов С. Сети: поиск неисправностей, поддержка и восстановление / пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 1200 с.
- [4] Буренин А.Н., Курносов В.И. Теоретические основы управления современными телекоммуникационными сетями. М.: Наука, 2011. 464 с.
- [5] Научно-методические основы управления надежностью и безопасностью эксплуатации сетей связи железнодорожного транспорта: монография / В.К. Котов, В.Р. Антонец, Г.П. Лабеецкая, В.В. Шмытинский. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. 193 с.
- [6] Привалов А.А. Метод топологического преобразования стохастических сетей и его использование для анализа систем связи ВМФ. СПб: ВМА, 2000 г. 166 с.