

АЛГОРИТМ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕТИ СВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИСКРЕТНО-СОБЫТИЙНОЙ МОДЕЛИ

THE ALGORITHM OF OPERATIONAL-TECHNICAL MANAGEMENT OF COMMUNICATION NETWORKS OF SPECIAL PURPOSE BASED ON DISCRETE EVENT MODELS

**E. Alisevich
O. Gadan
O. Gubskyay
I. Stakheev**

Summary. When considering modern systems of technical means of communication, there is a lot of coordination, as the technical basis, issues associated with managing the network as a whole. First, it is connected with questions of the uncertainty of the choice of technical equipment (technical equipment) functioning (operation), both stationary and field (mobile) communication nodes for special purposes. Modern telecommunications equipment is composed of the integrated monitoring system (control and management) functions under the rules of the conventional multilevel model TMN management that should be used in the formation of the algorithm of operational-technical management of communication networks of special purpose based on discrete event models.

Keywords: control system, monitoring system, telecommunication equipment, the algorithm of operational-technical management.

Алисевиц Евгения Александровна

*К.т.н., доцент, Военная академия связи
им. С. М. Буденного*

Жадан Олег Павлович

*Преподаватель, Военная академия связи
им. С. М. Буденного
gadan_op@mail.ru*

Губская Оксана Александровна

*Курсовой офицер-преподаватель, ФГКВ ОУ ВО
«Военный институт физической культуры», г. Санкт-
Петербург oksanochka23932393@mail.ru*

Стахеев Иван Геннадьевич

*К.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»
kisasig@yandex.ru*

Аннотация. При рассмотрении современных комплексов технических средств связи, возникает множество не согласований, как в технической основе, так и в вопросах связанных с управлением сетью связи в целом. Прежде всего, это связано с вопросами неопределенности выбора технических средств (технического оборудования) функционирования (эксплуатации), как на стационарных, так и на полевых (подвижных) узлах связи специального назначения. Современное телекоммуникационное оборудование имеет в своем составе встроенную систему мониторинга (процедуры контроля и управления) функционирующую по правилам общепринятой многоуровневой модели управления TMN, которую целесообразно использовать при формировании алгоритма оперативно-технического управления сети связи специального назначения на основе дискретно-событийной модели.

Ключевые слова: система управления, система мониторинга, телекоммуникационное оборудование, алгоритм оперативно-технического управления.

Бурное развитие новых информационных и телекоммуникационных технологий и активное применение этих достижений в системах связи специального назначения позволило, путем внедрения новых высокоуровневых услуг, резко повысить эффективность функционирования системы управления сетью специального назначения [1].

Применение поступающих на вооружение современных комплексов технических средств связи и автоматизированных систем управления войсками специального назначения показало, что их массовое внедрение позволяет значительно сократить время, необходимое на принятие решения, подготовку и проведение операций связанных с выполнением задач по предназначению.

Сегодня любое современное техническое оборудование имеет в своем составе устройства контроля и управления (мониторинга) имеющую возможность функционирования в общепринятой многоуровневой модели управления *TMN*, которые функционируют по определенным правилам и требованиям [2].

Как известно многоуровневая модель управления *TMN*, в соответствии с рекомендациями международной организацией по стандартизации (ISO) состоит из 5 концептуальных областей:

1. Управление эффективностью;
2. Управление конфигурацией;
3. Управление учетом использования ресурсов;
4. Управление неисправностями;
5. Управление защитой данных.

Так как уровень управление неисправностями в сети является основным элементом предложенной модели, рассмотрим его подробнее.

Цель управления неисправностями — выявить, зафиксировать, уведомить пользователей и (в пределах возможного) автоматически устранить проблемы в сети с тем, чтобы эффективно поддерживать работу сети. Неисправности могут привести к простоям или недопустимой деградации сети, управление неисправностями, по всей вероятности, является наиболее широко используемым элементом модели управления сети *ISO*.

Управление неисправностями включает в себя следующие аспекты:

- ◆ определение симптомов проблемы;
- ◆ изолирование проблемы;
- ◆ устранение проблемы;
- ◆ проверка устранения неисправности на всех важных подсистемах;
- ◆ регистрация обнаружения проблемы и ее решения.

При рассмотрении состава телекоммуникационного оборудования любого типового узла связи, можно выделить наличие аппаратуры поддерживающих технологии транспортных сетей связи: *WDM, SDH, IP/TCP*, каждая из которых выполняет свои задачи, связанные с оперативно-техническим управлением на определенном уровне. Например, *WDM* — физический, *SDH* — канальный, *IP/TCP* — сетевой.

Исходя из требований предъявляемым к сетям связи специального назначения, данные сети должны быть готовы к любым воздействиям или к дестабилизирующим факторам. Соответственно, при воздействии на волоконно-оптическую систему передачи специального назначения (ВОСП СН), каждая система на своем уровне начнет восстанавливаться по своему определенному алгоритму и за отведенное ей, в зависимости от технических характеристик установленного на ВОСП СН оборудования, время.

Например, *WDM* — 10 с., *SDH* — 20 с., *IP/TCP* — 30 с., если уровень *WDM* восстановился первым за отведенное время, то остальные уровни не нужны и системы будут работать в штатном режиме, а если нет длительности восстановления будут одинаковы, допустим за одинаковое время, то уровни начнут восстанавливаться в противофазе друг против друга, что приведет к сбою в системе управления т.е. физически оборудования будут исправны, а система управления находясь в этих режимах не позволит нам функционировать в штатном режиме. Одним словом, мы будем иметь физическую составляющую к восстановлению системы, а цикл управле-

ния в системе не будет работать. Путь решения этой проблемы будет заключаться в сравнении длительностей восстановления элементов цикла управления, которые покажут нам эффективность управления в целом.

При рассмотрении особенностей каждого уровня целесообразно начинать с построения обобщенной модели, которую в дальнейшем можно будет конкретизировать по особенностям (параметрам) этих сетей. Для получения более ясной картины функционирования выполнения задач оперативно-технического управления целесообразно построить полный цикл управления системы. Это можно реализовать с помощью дискретно-событийной модели (ДСМ), которая позволит нам отобразить в полном объеме и с необходимыми параметрами весь цикл управления системы в целом.

Рассмотренные ранее основные вопросы, связанные с основными проблемами оперативно-технического управления сети связи специального назначения при использовании оборудования уровней *WDM, SDH, IP/TCP* показали, что необходимостью является углубленное рассмотрение цикла управления каждого из предложенного уровня [1].

Цикл управления (управленческий цикл) — это завершенная последовательность повторяющихся действий, направленных на достижение поставленных целей.

Управленческий цикл начинается с уяснения задачи или проблемы и заканчивается достижением определенного результата. После этого цикл управления повторяется. Частота его повторения определяется конкретным типом и природой управляемой системы. В социальных системах этот цикл повторяется непрерывно. Конечная цель управления системой может достигаться одним или несколькими циклами управления.

В характеристиках управленческого процесса используются также более узкие понятия:

- ◆ период, имеющий хронологическое значение;
- ◆ действия и операции — целостные и четко обособленные части процесса;
- ◆ процедура — определенная регламентированная последовательность осуществления процесса.

Алгоритм управления на основе дискретно-событийной модели можно представить в следующем виде:

1. Включение в режим функционирования;
2. Проверка функционирования встроенными средствами диагностики;
3. Наличие отсутствие отказов;
4. Проверка качества обслуживания QoS;
5. Соответствия требуемым QoS;

Таблица 1. Основные параметры уровней

Уровень WDM	Уровень SDH	Уровень IP/TCP
<p><u>Длина волны:</u> Стабильность λ; Диапазон EDFA 1530...1563 $\Delta\lambda$ и ширина полосы пропускания</p> <p><u>Мощность:</u> 4 волновое смещение Перекрытые помехи Рассеяние Рамана Усиление EDFA EDFA ASE Мощность лазера Затухание в волокне Потери в компонентах Эффект бриллюэна Модуляция лазера Нелинейность волокна RIN BER PDL</p> <p><u>Время:</u> PMD волокна Чирпирование волокна Нестабильность Скорость передачи Чирпирование лазера Хроматическая дисперсия Стабильность оптической частоты Фазовый шум λ-Зависимость PMD.</p>	<p><u>CV</u>-нарушения кода (количество нарушений контроля четности BIP-N в предыдущем кадре) EBER-эквивалентная двоичная частота ошибок (эквивалентная скорость, на которой клиент столкнется с ошибками как с соотношением. Например, 1 в 10^{EE-3}. ES-секунды с ошибками(по крайней мере, интервал одной секунды, во время которого произошла по крайней мере одна ошибка) SES-секунда с критическим числом ошибок (односекундный интервал, во время которого EBER превысил 1 в 10^{EE-3}). UAS-недоступные секунды (кол-во секунд, во время которого сигнал встревожен или испытание EBER, превышающего 1 в 10^{EE-3} в течение 10 секунд подряд).</p>	<p><u>IP-адрес IP-телефона</u> (идентифицирует IP-телефоны в сети. каждый IP-телефон должен иметь уникальный IP-адрес.) <u>Маска подсети</u> (определяет, какие цифры IP-адреса используются для определения адреса сетевого узла и адреса хоста в каждом местоположении сети. IP-адреса IP-телефонов и УАТС должны принадлежать той же подсети, что и адрес шлюза по умолчанию (например, маршрутизатора локальной сети). <u>Адрес шлюза по умолчанию</u> (определяет IP-адрес первичного шлюза (обычно таковым является маршрутизатор или другое аналогичное устройство), которое обменивается IP-пакетами с другими шлюзами в сети передачи речи через протокол IP) <u>IP-адрес УАТС</u> (идентифицирует УАТС в сети в течение сеансов VoIP-связи.) <u>Идентификатор VLAN</u> (определяет идентификатор логического сегмента в рамках корпоративной локальной сети, через который передаются речевые пакеты от IP-телефонов. <u>Время</u> передачи пакетов при обмене сетевых устройств</p>

Таблица 2. Основные параметры уровней системы управления

Уровень WDM	Уровень SDH	Уровень IP/TCP
<p>Длина волны (Стабильность λ; $\Delta\lambda$ — ширина полосы пропускания). Мощность ($P_{ш}$ - уровень шума, мощность лазера, затухание в волокне, потери в компонентах). Время (хроматическая дисперсия, фазовый шум).</p>	<p>ES-секунды с ошибками (по крайней мере, интервал одной секунды, во время которого произошла по крайней мере одна ошибка).</p>	<p>Время передачи пакетов при обмене сетевых устройств.</p>

6. Режим локализации отказа/QoS;
7. Обмен тестовыми сообщениями (сигналами) для выявления работоспособности элементов (сигнал AIS/AIS);
8. Реконфигурация структуры сети на исправных элементах;
9. Восстановление отказавших элементов;
10. Выход на заданный режим функционирования.

При формировании данного цикла управления на каждом уровне, целесообразно произвести выборку основных параметров для каждой системы. Основные параметры выбранных систем приведены в таблице 1.

Соответственно из предложенных параметров каждого уровня необходимо произвести выборку наиболее важных параметров, которые будут определять правильное функционирование системы. В таблице 2 показаны основные параметры уровней системы.

Из приведенного материала можно определить общий принцип функционирования обоснованного алгоритма управления для выбранной нами системы или уровня. В таблице 3 раскрыты основные задачи и действия каждого блока алгоритма управления.

Таким образом, реализация предложенного алгоритма оперативно-технического управления сети связи специаль-

Таблица 3. Описание функционирования алгоритма управления на основе дискретно-событийной модели

№ п/п	Состав основных элементов блок-схемы цикла управления	Описание действий
1	Включение в режим функционирования	Загружается специальное ПО, идентификация сетевых интерфейсов и т.д.
2	Проверка функционирования встроенными средствами диагностики	В каждом узле в каждом мультиплексоре, в каждом оборудовании есть свои встроенные средства диагностики, которые проверяют соответствие параметров, характеристик, требования оборудования на работоспособность.
3	Наличие отсутствие отказов.	Сравнение наличие отсутствие отказов. Если нет то дальше работаем по функции эксплуатации, если да то переходим в режим поиска неисправности (локализация отказов).
4	Проверка качества обслуживания QoS	Проверка качества QoS оценивания по времени задержки, ее вариации времени задержки и ее ошибки.
5	Соответствия требуемым QoS	Сравнения требуемых параметров если да то выходим на заданный режим и работаем если нет то на локализацию ошибок.
	Режим локализации отказа/QoS	Устранение или локализация отказов выполняется с помощью обмена тестовыми сообщениями либо сигналами для выявления работоспособных элементов.
6	сигнал AIS/AIS Обмен тестовыми сообщениями (сигналами) для выявления работоспособности элементов	Обмен сообщениями в виде тестовых сообщений: на уровне WDM видит или не видит прием или передачу из устройств передачу тестовых сообщений если не видит то появляется сигнал AIS (потеря сигнала); на канальном уровне Carri Ethernet сиси; на уровне IP устройств это значение интервала передачи пакетов. После обмена тестовыми сообщениями от тех, от которых мы получили, считаем работоспособными от тех, от которых не получили считаем не работоспособными.
7	Реконфигурация структуры сети на исправных элементах	Выполнение задачи и функций сети на оставшихся элементах сети. Поиск новой топологической, потоковой структуры, на которую траться много времени.
8	Восстановление отказавших элементов.	Возвращается на проверку функционирования на работоспособности.
9	Выход на заданный режим функционирования	Загружается специальное ПО, идентификация сетевых интерфейсов.

ного назначения на основе дискретно-событийной модели позволит: уменьшить время реакции системы оперативно-технического управления на представленных уровнях

модели открытых систем (физическом, канальном и сетевом), а также обеспечить выполнение основных аспектов управления неисправностями сети связи специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривцов С. П. Перспективы развития системы управления стационарным узлом связи, оснащённой новыми инфотелекоммуникационными средствами [Электронный ресурс]// Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. V Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. науч. статей под. ред. С. В. Бачевского, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич, Л. М. Минаков. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2016. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/5apino/apino2016.pdf>. С. 286–289.
2. Жадан О. П., Стахеев И. Г., Штеренберг И. Г. Алгоритм формирования архитектуры системы технологического управления полевой транспортной сети связи специального назначения [Электронный ресурс]// Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научн. ст. под. ред. С. М. Доценко, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич, Л. М. Минаков. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2014. <https://www.sut.ru/doci/nauka/iiipino2014.pdf>. С. 808–811.

© Алисевич Евгения Александровна, Жадан Олег Павлович (gadan_op@mail.ru),

Губская Оксана Александровна (oksanochka23932393@mail.ru), Стахеев Иван Геннадьевич (kisasig@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»