Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)

Факультет: Электротехнический (ЭТФ)

Направление: 09.03.04 – Программная инженерия(ПИ)

Профиль: Разработка программно-информационных систем (РИС)

Кафедра информационных технологий и автоматизированных систем (ИТАС)

# ОТЧЁТ

**о научно-исследовательской работе на тему**

Исследование программного обеспечения для системы управления и мониторинга телекоммуникационного оборудования

Выполнил:

Студент: Торопицын Максим Сергеевич

(подпись)

Группа: РИС-17-1б

Проверил:

Доцент кафедры ИТАС, Курушин Даниил Сергеевич

(оценка) (дата)

(подпись)

Пермь, 2021

**РЕФЕРАТ**

Отчёт 19 страниц, 14 источников, 1 рисунок.

Ключевые слова: блок, плата, коммутационная матрица, ячейка, кросс-коннект, физический и виртуальный порт, физический и логический канал.

**Цель научно-исследовательской работы** – исследование возможности создания программного модуля для системы управления и мониторинга телекоммуникационного оборудования.

Разработка программного обеспечения для данной системы включает в себя создание программных модулей для преобразования и хранения объектов, описывающих сетевые элементы и сеть, а также события и аварии.

**Задачи работы**:

* обосновать актуальность и новизну научно-исследовательской работы, поставить цель и задачи исследования;
* изучить предметную область, сделав выводы по практической значимости;
* сделать общие выводы.

**Объектом исследования** является процесс управления и мониторинга.

**Предметом исследования** является программное обеспечение для системы управления и мониторинга.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 4](#_Toc70074403)

[ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ 5](#_Toc70074403)

[ВВЕДЕНИЕ 6](#_Toc70074404)

1 УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ10

2 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ11

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ13

4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ16

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 17](#_Toc70074412)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 18](#_Toc70074413)

# ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Блок (сетевой элемент) – управляемый логический объект, объединяющий одно или несколько физических устройств. Такой подход позволяет управлять распределенными устройствами с помощью одной системы управления как единым целым[1].

Плата (сетевая плата, также известная как сетевая карта, сетевой адаптер, Ethernet-адаптер) – дополнительное устройство, позволяющее компьютеру взаимодействовать с другими устройствами сети[2].

Коммутационная матрица представляет собой чипсет, соединяющий множество входов с множеством выходов на основе фундаментальных технологий и принципов коммутации[3].

Ячейка в коммутационной матрице имеет свою позицию: номер шины (строка) и канальное окончание (столбец).

Кросс-коннект – установленная связь между двумя ячейками коммутационной матрицы.

Физический порт – специализированный разъём в плате, предназначенный для коммуникации с оборудованием определённого типа[4].

Виртуальный порт – одно из виртуальных представлений физического порта, идентифицируемое своим IP-адресом.

Физический канал – реальное соединение портов или установленная конфигурация порта и ячейки.

Логический канал – путь из одного порта в другой. Может прокладываться через различные физические каналы, виртуальные сети портов и кросс-коннекты.

# ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

CLI (command line interface) – интерфейс командной строки.

IT (information technology) – информационная технология.

QNMS (QTECH network management system) – система управления сетью компании QTECH.

QTECH – название компании (российский производитель телекоммуникационного и IT-оборудования оборудования).

SNMP (simple network management protocol) – простой протокол управления сетью.

SNMPc (SNMP controller) – менеджер протокола SNMP.

SQL (structured query language) – структурированный язык запросов.

TDMoIP (Time Division Multiplexing over Internet Protocol) – мультиплексирование с временным разделением по Интернет-протоколу

VLAN (Virtual Local Area Network) – виртуальная локальная сеть.

АРМ – автоматизированное рабочее место.

СУБД – система управления базами данных.

АТС – автоматическая телефонная станция.

БД – база данных.

ОС – операционная система.

ПО – программное обеспечение.

# ВВЕДЕНИЕ

Принцип работы системы мониторинга основан на организованном сборе и передаче информации от датчиков, расположенных внутри и снаружи телекоммуникационных шкафов, который в свою очередь предназначен для размещения телекоммуникационного оборудования. Данные о состоянии телекоммуникационного оборудования передаются на централизованный пульт управления по многочисленным каналам связи, а вся собранная информация обрабатывается по заданному алгоритму и архивируется. При этом оператор центрального пульта всегда имеет возможность получить доступ к информации о каждом, подключенном к системе датчике, вывести на монитор визуальную статистику за избранный период времени или в реальном времени[5].

Под управлением понимается автоматизированная прокладка каналов, позволяющих логически и физически связывать между собой абонентов и соответствующие им абонентские порты. Прокладка автоматизированная, потому что из представленных нескольких возможных вариантов прокладки, можно выбрать один, исходя из каких-либо соображений, например, некоторые узлы связи трогать не нужно, а через некоторые нужно обязательно связать. Чтобы снизить влияние «человеческого фактора» при принятии ответственных решений и автоматизировать рутинные операции коммутации, необходимо организовать автоматизированное управление оборудованием.

Соответственно, более правильное название системы, которая занимается отслеживанием состояния телекоммуникационного оборудования с целью его контролировать, выявляя различные события и аварии, число которых нужно минимизировать, а также автоматизирует прокладку каналов, связывая абонентов – это система управления и мониторинга состояния телекоммуникационного оборудования.

Для передачи больших объемов информации различными видами коммуникационных технологий многие компании уделяют внимание эксплуатации телекоммуникационного оборудования. Но от стабильной работы оборудования зависит финансовая прибыль, и, следовательно, благополучие компаний. И, чтобы предупредить различные аппаратные сбои вследствие недопустимых условий эксплуатации оборудования, специалисты рекомендуют использовать систему мониторинга состояния телекоммуникационного оборудования.

За счет использования систем мониторинга появляется положительный экономический эффект – многие операции, направленные на проверку технического состояния, поддержание работоспособности системы и локализации причин неисправности производятся удаленно автоматизировано или автоматически. Экономия заключается в снижении затрат на эксплуатационный персонал, а также в оптимизации его рабочего времени.

В настоящее время существует проблема хищения кабелей и телекоммуникационного оборудования с объектов связи. Так, например, за 9 месяцев 2011 года на Урале зафиксировано 1750 случаев хищения кабеля [11]. Ущерб, наносимый преступными действиями, может достигать 22 млн. руб. в год [11, 12, 13, 14].

Применение систем мониторинга позволяет оперативно предотвращать случаи хищения и порчи телекоммуникационного оборудования. Так, например, экономический эффект внедрения систем мониторинга в г. Красноярск составил 6 млн. руб. за 5 лет [14].

Отказ телекоммуникационного оборудования имеет также и социальные последствия: отсутствие связи, как у простых граждан, так и у больниц, школ, детских садов и экстренных служб.

Развитие систем телекоммуникаций приводит к тому, что к системам мониторинга предъявляются новые требования. На смену координатным АТС пришли электронные цифровые, появилась глобальная сеть Интернет, сотовая связь. Появление у операторов связи новых услуг характеризуется увеличением объектов контроля, а к качеству связи предъявляются высокие требования. Поэтому, в условиях жесткой конкуренции, обеспечение надежности и высокого качества функционирования систем телекоммуникаций является важным аспектом. В связи с этим, появилась необходимость расширения функционала систем мониторинга, с целью повышения оперативности реагирования на нештатные ситуации и повышения надежности функционирования телекоммуникационных сетей.

Поэтому, в настоящее время, существует актуальная научно-техническая задача разработки и исследования структур систем мониторинга, повышающих надежность их функционирования, алгоритмов прогнозирования аварий, работающих в реальном времени, протоколов передачи данных, обеспечивающих эффективную передачу данных через низкоскоростные каналы связи.

Проектируемая система управления и мониторинга, помимо того, что она делает по определению, должна стремиться к удовлетворению трех основных требований сети.

Во-первых, при выборе сетевого оборудования нужно обращать внимание на альтернативных поставщиков. Это позволит получить функциональное сетевое решение за разумную цену и снизить совокупную стоимость владения. Такая сеть называется мультивендорной[6].

Во-вторых, сеть может быть гетерогенная, и строится из подсетей, работающих в разных стандартах, по разным технологиям. При этом все они образуют единую интегрированную среду, где обеспечен бесшовный незаметный для пользователя переход из одной подсети в другую. То есть гетерогенная сеть функционирует, как единая система[7].

Наконец, в-третьих, сеть бывает мультисервисная, предоставляет множество разных услуг. Мультисервисные сети позволяют операторам расширить свои сетевые магистрали в направлении предоставления новых сервисов, предлагая дополнительные услуги для широкого круга корпоративных клиентов. Под мультисервисными сетями понимается предоставление разнородных телекоммуникационных услуг по единой инфраструктуре передачи данных[8].

Несмотря на то, что ранее обсуждались системы управления и мониторинга как таковые в целом, актуально исследовать не только их, но и в частности программные модули для систем.

Программные модули для систем управления или мониторинга уже существуют. Например, компания Suntech S.A., являющаяся ведущим разработчиком систем инвентаризации и учета сетевой и IT-инфраструктуры компаний различных отраслей, разработала программный комплекс для мониторинга работы сети. Он позволяет определять ухудшение параметров работы телекоммуникационной сети и контролировать качество предоставляемых услуг[9].

Действительно, данный программный комплекс предоставляет мониторинг в реальном времени, простой и гибкий инструмент для создания отчетов, а также многоуровневость (можно рассматривать физические каналы как вне блоков, так и внутри них). Однако, несмотря на обилие услуг этого продукта, он не дает управления телекоммуникационным оборудованием.

В свою очередь российский производитель телекоммуникационного оборудования и IT-оборудования «QTECH» разработал свою систему, в программный модуль которой входит своя сетевая программа управления оборудованием – QNMS. Но нужно понимать, что данный программный модуль подстроен под оборудование, поставляемое этой же компанией «QTECH».

Наличие существующих решений говорит об актуальности темы научно-исследовательской работы.

Научная новизна работы заключается в предложении и исследовании новой структуры систем мониторинга, отличающейся наличием специализированных технологий мультиплексирования с временным разделением по Интернет-протоколу – TDMoIP, резервирования данных и бит-мультиплексирования.

# 1 УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проведения исследования о возможности создания программного модуля для системы управления и мониторинга телекоммуникационным оборудованием необходимо рассмотреть существующее телекоммуникационное оборудование и процесс работы с ним, а также процесс работы самого исследуемого программного модуля.

Эти направления исследования обоснованы специфичностью работы протоколов с управляемым оборудованием. Управление реализуется через SNMP-протокол (англ. Simple Network Management Protocol – простой протокол сетевого управления). Протокол работает по принципу «запрос-ответ». Запросы формируют чаще всего административные компьютеры (называемые менеджерами), а программы (называемые агентами), постоянно запущенные на управляемых устройствах и в свою очередь получившие запрос, должны отправить менеджеру накопленную, обработанную и представленную в установленном виде информацию. Приняв данную информацию, менеджер принимает решения по управлению, а также выполняет дальнейшее накопление данных о состоянии управляемого устройства и событиях, произошедших на нем – тем сам решается задача по мониторингу и контролю работоспособности сети. Однако в реализации SNMP всплывает множество вопросов, так как реализации этих протоколов варьируются среди поставщиков платформ.

# 2 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Основными сетевыми элементами условно называют блоки. Блок обычно представляет собой набор плат, хотя может и быть цельной платой. Если платы не являются неотделимой частью блока, то их, соответственно, можно в него вставлять, извлекать или переставлять, меняя их позиционные места.

Каждая плата выполняет свой функционал и используется только в рамках некоторого блока. У платы есть несколько портов, хотя в принципе их у платы может и не быть.

Порты могут связываться между собой как внутри блока с портами той же или другой платы этого блока, так и внешне с портами других плат других блоков. Между портами рассматривают логические и физические каналы связи, соответственно. Физический канал состоит из одной или нескольких физических сред и аппаратуры передачи данных. Точки соединения сред и аппаратуры характеризуются интерфейсами, определяющими тип передаваемого через порты сигнала (E0, E1, Ethernet и т. д.). Через физический канал прокладывают логические каналы. Физический канал всегда связывает пару портов (соединение «точка к точке») или является заранее назначенной конфигурацией портов (связка порта и ячейки), а логический канал может как состоять из последовательного набора физических каналов, так и представлять собой группу портов, входящих в виртуальную локальную сеть (соединение «точка ко многим точкам»), в частности, VLAN. Кроме того, кросс-коннект, о котором речь пойдет далее, также является логическим каналом и задается именно при его прокладке, то есть не задан по умолчанию. Отдельно выделяют абонентский канал – это физический канал, соединяющий коммуникационную сеть с абонентской системой. Параметры и характеристики абонентского канала в точке подключения системы определяется абонентским интерфейсом.

Отдельными типами плат являются те, на которых находится коммутационные матрицы. Но коммутационная матрица может быть реализована как физически на отдельной микросхеме, так и виртуально в оперативной памяти управляющего процессора. Это означает, что коммутационная матрица – это не всегда часть какой-либо платы. И физический канал, проходящий внутри блока, может затрагивать коммутационную матрицу.

Коммутационная матрица состоит из ячеек, ячейки могут быть связаны между собой кросс-коннектом, а могут и не связываться. Ячейка имеет свою позицию: номер шины (строка) и канальное окончание (столбец). Хранит в себе набор номеров алгоритмов, каждый из которых стоит в соответствии со связываемым через коммутационную матрицу портом. Причем номера алгоритмов портов задаются конфигурацией платы, которой они принадлежат; ячейка может ссылаться на несколько портов, а порт может ссылаться на несколько ячеек (конфигурация порта).

В связи с тем, что порт может ссылаться на несколько ячеек, следует различать физический и виртуальный (другое название – логический) порт. Физический порт – это часть платы и материальный объект, приваренный к ней. Его можно считать неотъемлемой частью платы. А виртуальный порт – это уже конфигурация физического порта. Такой порт имеет свой IP-адрес и ссылается на ячейку коммутационной матрицы, задавая конфигурацию еще и ячейке. Виртуальных портов у физического порта может быть как ноль, как один, так и несколько в зависимости от того, на сколько ячеек ссылается физический порт.

Вся информация о состоянии телекоммуникационного оборудования, о том, какое вообще есть телекоммуникационное оборудование: блоки, платы, порты, об их особенностях, о прокладываемых каналах – хранится в БД.

# 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕСССА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Данные о состоянии телекоммуникационного оборудования отправляются на централизованный пульт управления, составляя в совокупности общее представление о всей сети телекоммуникаций. Все оборудование и его состояние можно отобразить на общей схеме, то есть показать графически, при этом предварительно нужно собрать и обработать информацию из БД, в которую ранее все, что известно о системе, поступало.

Централизованный пульт (в этом поможет то же самое графическое представление о системе в виде схемы) может управлять системой, главным образом прокладывая каналы для соединения абонентов. Информация о прокладке каналов также запишется в БД.

Рисунок 1 – пример прокладки логического канала между абонентами

Чтобы описать процесс телекоммуникации, рассмотрим в качестве примера соединение абонентов через два блока. Для наглядности представлен рисунок 1. Абонент – условно назовем его 1 – желает соединиться с условно называемым абонентом 2. Абонент 1 решает, что ему, чтобы связаться с абонентом 2, необходимо соединиться через некоторые два блока (узлы сети). В целом, конечно, возможностей соединения системой может быть представлено несколько в зависимости от возможных физических каналов, но для примера он выбрал такой путь.

Через абонентский канал абонент 1 подключается к одной из плат блока 1. Эта плата называется абонентской платой или канальным окончанием. Абонентская она потому, что напрямую относится к абоненту, а канальное окончание, потому что является одним из концов прокладываемого логического канала между абонентами. Соответственно, если бы логический канал в этом месте не начинался, так бы плата не называлась.

Подключение происходит не просто через плату, а через один из ее портов (подразумевается, что у платы есть порты). Далее, в соединении в этом же блоке участвует некоторая коммутационная матрица. Порт имеет свой набор алгоритмов, установленных родительской платой, и задает в качестве конфигурации один из алгоритмов связи ячейке коммутационной матрицы. Вообще, использование ячеек коммутационной матрицы для соединения портов может быть различным в зависимости от применяемых в оборудовании технологий. Например, ячейка может быть связана с другой ячейкой коммутационной матрицы, где последняя будет соответствовать порту, к которому нужно проложить дальше канал. Этот порт также в свою очередь задаст номер алгоритма ячейке, исходя из собственного набора. Либо одна и та же ячейка в матрице может связывать два порта, если речь идет о технологии TDMoIP. Либо один и тот же порт запросит соединиться через несколько ячеек, если используется технология резервирования данных. Либо одна и та же ячейка может связать несколькими кросс-коннектами ячейки в той же матрице, если используется технология бит-мультиплексирования.

Порт одной платы блока физически соединился с другим портом, возможно, другой платы, хотя можно было соединиться и через ту же плату в зависимости от ситуации (от реальных конфигураций и соединений портов). В блоке может быть несколько плат и несколько коммутационных матриц. Соответственно, прокладка канала внутри блока может проходить через ряд плат и коммутационных матриц прежде, чем покинет блок. Но в итоге канал выйдет через порт платы, условно называемой внешним стыком за то, что связывается с некоторым «внешним миром» через другое физическое оборудование, в которое могут входить другие блоки.

Канал прокладывается до конечного блока. Блок для связи абонентов может быть использован как в количестве одной штуки, так и в большем и гораздо большем количестве в зависимости от соображений заказчика канала и сети телекоммуникаций.

В конечном блоке происходит аналогичная прокладка канала через порты плат и коммутационные матрицы вплоть до выхода из блока и достижения через абонентский канал абонента 2.

# 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ

В СУБД для фиксации различных событий и аварий, происходящих на определенном телекоммуникационном оборудовании, будут созданы журналы событий и аварии, в которые и будет заноситься соответствующая информация. Предполагается, что события и аварии будут отображаться в графическом представлении сети, на схеме.

Управление заключается в прокладке каналов. Следовательно, чтобы продемонстрировать возможности управления, должны быть заранее установлены физические каналы и по ним затем проложены логические каналы.

В физические каналы включаются внешние и внутренние соединения блока: соединения портов и их конфигурации. Будут созданы записи в таблице физических каналов, соотносящихся с записями о названных видов соединений внутри и вне блока.

Далее, заносится информация о том, что физический канал входит в логический. Для этого заносится запись в промежуточную таблицу связки физических и логических каналов. Затем прокладываемый логический канал можно будет отобразить на схеме с указанием составляющих его физических каналов.

Сам процесс прокладки, как и данные о физической, другими словами, постоянной составляющей сети телекоммуникации (все реальные объекты и связи между ними какие есть всегда) передаются в СУБД, предварительно пройдя путь от АРМ, где изначально проектируется схема сети, а затем по ней прокладываются каналы, и через ядро сервера, который обрабатывает полученные данные об оборудовании и связях, чтобы затем занести с помощью SQL-запросов соответствующую информацию в базу данных.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения исследовательской работы была обоснована актуальность темы в полной мере за счет существования различных систем управления и мониторинга и наличием экономической выгоды в таких системах.

Научная новизна обоснована рассмотрением в исследуемой системе специализированных технологий обработки данных.

Исследование практически значимо, так как научное исследование позволит разработать программный модуль, что доказывает возможность его создания. Были исследованы телекоммуникационное оборудование, процессы телекоммуникации и работы программного модуля.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Онлайн энциклопедия [Электронный ресурс] URL: https://amp.ru.googl-info.com/2591296/1/setevoy-element.html (дата обращения: 09.05.21 г.)
2. значение-слов.рф [Электронный ресурс] URL: https://значение-слов.рф/что-такое/сетевая-плата (дата обращения: 09.05.21 г.)
3. НОУ ИНТУИТ [Электронный ресурс] URL: https://intuit.ru/studies/courses/3591/833/lecture/14251?page=5 (дата обращения: 09.05.21 г.)
4. PPT Онлайн [Электронный ресурс] URL: https://ppt-online.org/563128 (дата обращения: 09.05.21 г.)
5. АМЕ Телеком [Электронный ресурс] URL: http://ame-telecom.ru/articles/sistema-monitoringa-sostoyaniya-telekommunikatsionnogo-oborudovaniya/ (дата обращения: 09.05.21 г.)
6. СПбГУТ [Электронный ресурс] URL: https://www.sut.ru/doci/nauka/70rntk.pdf (дата обращения: 09.05.21 г.)
7. Коммерсантъ [Электронный ресурс] URL: https://www.kommersant.ru/doc/2898059 (дата обращения: 09.05.21 г.)
8. Компьютер Пресс [Электронный ресурс] URL: https://compress.ru/article.aspx?id=9404 (дата обращения: 09.05.21 г.)
9. 2TEST [Электронный ресурс] URL: https://www.2test.ru/solutions/seti-peredachi-dannykh/sistemy-monitoringa-i-upravleniya/upravlenie-proizvoditelnostyu-seti/programmnyy-kompleks-dlya-monitoringa-raboty-seti-.html (дата обращения: 09.05.21 г.)
10. QTECH Российский производитель телекоммуникационного и IT-оборудования [Электронный ресурс] URL: https://www.qtech.ru/catalog/control\_systems/network\_device\_management/qnms/ (дата обращения: 09.05.21 г.)
11. Кабельнаявойна: новая атака / Российский сайт об интернет-провайдинге Nag.ru : [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://nag.ru/articles/article/21315/ kabelnaya-voyna-novaya-ataka.html . - Загл. с экрана. (дата обращения: 13.05.21 г.)
12. Хищения и повреждения телефонного кабеля участились в Приморье / Информационное агенство PrimaMedia.ru. 2013 : [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://primamedia.ru/news/primorye/19.07.2013/290310/hischeniya-i-povrezhdeniva-telefonnogo-kabelya-uchastilis-v-primore.html . - Загл. с экрана. (дата обращения: 13.05.21 г.)
13. В Удмуртии участились случаи хищений кабеля / Информационное агенство Удмуртская Республика : [Элкетронный ресурс] - Режим доступа: http://www.udm-info.ru/news/udm/15-07-2010/akabel.html . - Загл. с экрана. (дата обращения: 13.05.21 г.)
14. «Ценсор» в Красноярске или где родился КУБ-Микро? / Сайт компании ООО "Технотронике" : [Электронный ресурс] . - Режим доступа: http://ttronics.ru/ ?menu=vesti08 . - Загл. с экрана. (дата обращения: 13.05.21 г.)