

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Былинович
Андрей Сергеевич

Повышение эффективности работы корпоративной сети связи

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-45 80 01 «Системы, сети и устройства
телекоммуникаций»

Научный руководитель

Хацкевич Олег Александрович
доцент, канд. техн. наук

_____.

Минск 2016

Тема диссертации: Повышение эффективности работы корпоративной сети связи

Целью данной магистерской работы является исследование способов оптимального построения корпоративных мультисервисных сетей связи для крупных промышленных предприятий. Выбор данной темы связан с тем, что в настоящее время в Республике Беларусь ведется строительство нового крупных промышленных объектов, каждый из которых предполагается снабдить своей мультисервисной сетью связи, поэтому проблема выбора эффективного метода построения является актуальной.

Корпоративная сеть связи должна обеспечить: централизованный доступ к сети Интернет, дистанционный режим доступа к серверам и базам данных, передачу данных корпоративных приложений, аудио- и видеоконференцсвязь и видеонаблюдение, единый электронный документооборот.

Для решения поставленных задач в магистерской работе необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- провести анализ принципов построения корпоративных сетей связи;
- определить сервисы, необходимые предприятию;
- разработать алгоритм проектирования сети;
- выполнить расчет требуемой пропускной способности;
- обеспечить резервирование сети и защиту передаваемых данных;
- исследовать потоки данных в сети;
- исследовать сеть с помощью прикладной программы имитационного моделирования.

Вышеперечисленные действия позволяют упростить процесс управления предприятием, сделать работу компании более централизованной, оперативно контролировать все технологические процессы и работу всех подразделений, обеспечить доступ ко всем информационным ресурсам компании и оперативную связь в режиме реального времени.

В данной работе будут проведены исследования и рассмотрены способы оптимизации построения корпоративных сетей связи.

Объект исследования – корпоративные мультисервисные сети связи.

Предмет исследования – методы проектирования и построения мультисервисных сетей связи.

На основе полученных результатов будут предложены наилучшие способы и технологии для построения сети. Так, для организации сети

использована технология Ethernet, позволяющая в кратчайшие сроки осуществить запуск и наладку сети. Технология Ethernet позволяет легко осуществлять масштабирование сети без влияния на работу действующего персонала. Следует отметить, что Ethernet является мировым стандартом для организации LAN сетей.

Для защищённого соединения территориально разнесённых филиалов организации целесообразно использовать технологию VPN MPLS. От других технологий построения виртуальных частных сетей, таких как VPN на базе ATM или Frame Relay, технологию VPN MPLS выгодно отличает хорошая масштабируемость, возможность автоматического конфигурирования и естественная интеграция с другими сервисами протокола IP.

При передаче конфиденциальной информации важно обеспечить высокий уровень надёжности шифрования. Наиболее известным представителем техники шифрования для организации защитного канала в сетях VPN является технология IPSec. Основное назначение сервиса IPSec состоит в обеспечении безопасной ПД по IP-сетям с использованием любой технологии канального уровня (PPP, Ethernet, ATM и т.д.). Применение протокола IPSec гарантирует целостность, аутентичность и конфиденциальность данных.

Таким образом, применение VPN MPLS на основе Ethernet сетей с шифрованием данных по протоколу IPSec позволяет спроектировать современную корпоративную сеть и создать фундамент для дальнейшего моделирования сети, целью которого является дальнейшая оптимизация.

Во второй главе описана структура предприятия и место в ней проектируемого Петриковского горно-обогатительного комбината.

Определен перечень сервисов:

- локально-вычислительная сеть;
- IP-телефония;
- видеонаблюдение;
- видеоконференцсвязь;
- автоматизированная система управления предприятием;
- автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии;
- система контроля и управления доступом;
- система пожарной сигнализации.

Проектируемая корпоративная мультисервисная сеть связи строится по многоуровневой архитектуре. Архитектура сети предполагает строение трех уровней:

1. Уровень ядра представлен коммутатором уровня ядра, а также линиями связи к коммутаторам уровня распределения. Линии связи выполнены по технологии Gigabit Ethernet.

2. Уровень распределения представлен коммутатором уровня распределения, а также линиями связи к коммутаторам уровня доступа. Линии связи выполнены по технологии Fast Ethernet.

3. Уровень доступа представлен коммутатором уровня доступа, а также линиями связи к терминальному оборудованию пользователей. Линии связи выполнены по технологии Fast Ethernet.

Обоснована структура сети. Центральные коммутаторы устанавливаются в четырех зданиях, в которых сконцентрирована основная пользовательская нагрузка. Выход к сетям оператора связи РУП «Белтелеком» осуществляется через коммутатор уровня ядра.

Для обеспечения надежности и отказоустойчивости в сети применяется резервные подключения между телекоммуникационным оборудованием уровня ядра и распределения, так как при выходе из строя одного канала большая часть сети будет изолирована. Протокол RSTP позволяет отслеживать логическую топологию сети и отключать порты, через которые в сети может образоваться «кольцо». Кроме того, в топологии сети предусматривают установку дублирующих центральных коммутаторов. В сети используется дублирование коммутатора уровня ядра и коммутаторов уровня распределения в каждом здании. Это позволит исключить остановку производства в случае выхода из строя любого коммутатора.

Разработан алгоритм проектирования сети. Алгоритм предусматривает все действия по созданию и расчет проектируемой сети, учитывает требования к сети, а также позволяет с помощью математической модели исследовать оптимальные потоки данных в сети, оценить влияние временных задержек, исследовать сеть на предмет нагрузки на арендных канал связи.

Разработанный алгоритм проектирования корпоративной сети связи позволяет построить сеть так, что при минимальном количестве сетевого оборудования и линий связи между ними всем сервисам будет предоставлена дополнительная полоса пропускания и в то же время будет предусмотрено определенное количество свободных портов для возможности расширения сети.

Организация взаимодействия между устройствами сети является сложной задачей. Для решения сложных задач используется известный универсальный прием — декомпозиция, то есть разбиение одной сложной задачи на несколько более простых задач-модулей. Декомпозиция состоит в

четком определении функций каждого модуля, а также порядка их взаимодействия. Дерево однозначно описывает сеть ПД с точки зрения существующих связей между элементами сети.

$$V_{\text{СВЯЗН.ПР.}} = \frac{M}{b} \left| \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & \dots & 4 & 5 & \dots & 153 \\ 2\text{GE} & \text{GE} & \dots & \text{GE} & \text{FE} & \dots & \text{FE} \end{array} \right.$$

где GE – интерфейс Gigabit Ethernet, FE – интерфейс Fast Ethernet.

Элементы приведенного вектора (b) - предельные пропускные способности, устанавливаемые между узлами n, где $M = \overline{1, 153}$.

Задача выбора пропускных способностей в данной постановке состоит в отыскании такой матрицы-строки $M_{\text{ПРОИЗ.КС}}$, которая минимизирует среднюю задержку передачи блока данных по корпоративной сети при ограничении на суммарную пропускную способность каналов связи :

$$M_{\text{ПРОИЗ.КС}}^{\min} = \sum_{n=1}^M \frac{\lambda_n T_n}{\gamma}$$

$$V_{\text{ПД}} = \sum_{n=1}^M b_n$$

где $M_{\text{ПРОИЗ.КС}}$ – матрица-строка производительностей каналов связи;

M – число каналов связи;

λ_n – среднее число блоков данных, поступающих в n -ый канал связи;

γ – общая скорость поступления блоков данных от источников данных;

T_n – средняя задержка передачи блока данных по n -му каналу связи, с;

$V_{\text{ПД}}$ – суммарная пропускная способность всех каналов связи, бит/с.

Для оценки объемов данных, передаваемых в корпоративной сети, необходимо учитывать статистический процент пользователей сети в часы наибольшей нагрузки от их общего числа.

Далее составляется матрица смежности ($M_{\text{СМЕЖ}}$). В данной матрице устанавливаются связи между узлами, имеющими связи.

Зная, каким образом узлы связаны, рассчитывается интенсивность исходящих потоков данных:

$$\gamma_{ik} = \sum_{j=1}^z \frac{N_{\text{ОБР } j}}{N_{\text{УЗЛ } k}} \cdot N_{\text{АБ } i} \cdot K_{\text{ЧНН } i} \cdot K_{\text{РАНГА } ik},$$

где z – количество предоставляемых услуг ПД;

$N_{\text{ОБР } j}$ – число обращений к j -ой услуге ПД;

$N_{\text{УЗЛ } k}$ – число узлов назначения;

$N_{\text{АБ } i}$ – количество абонентов на i -ом узле, которые используют услугу;

$K_{CHH\ i}$ – коэффициент концентрации в час наибольшей нагрузки на i -ом узле ПД (согласно статистическим данным - 73%);

$K_{РАНГА\ ik}$ – коэффициент ранга (равен 1, т.к. $i, k \notin$ узлам одного уровня).

Полученные результаты сводятся в матрицу интенсивностей ($M_{ИНТ}$).

Общая скорость поступления блоков данных в канал связи:

$$\gamma = \sum_{n=1}^k \sum_{n=1}^i \gamma_{ik} = 1062,2 \frac{\text{пакетов}}{\text{с}}$$

где γ – суммарная информационная нагрузка в пакетах в секунду;

γ_{ik} – нагрузка между отправителем i и получателем k ;

n – суммарное число отправителей и получателей (узлов ПД).

Проверка непротиворечивости и сбалансированности исходных данных выполняется. Суммарный трафик, передаваемый по сети, меньше суммарной пропускной способности сети:

$$\sum_{n=1}^M \lambda L < B_{ПД} \rightarrow 0,23 < 19,8$$

По правилу «квадратного корня» определяются скорости потоков данных в каналах:

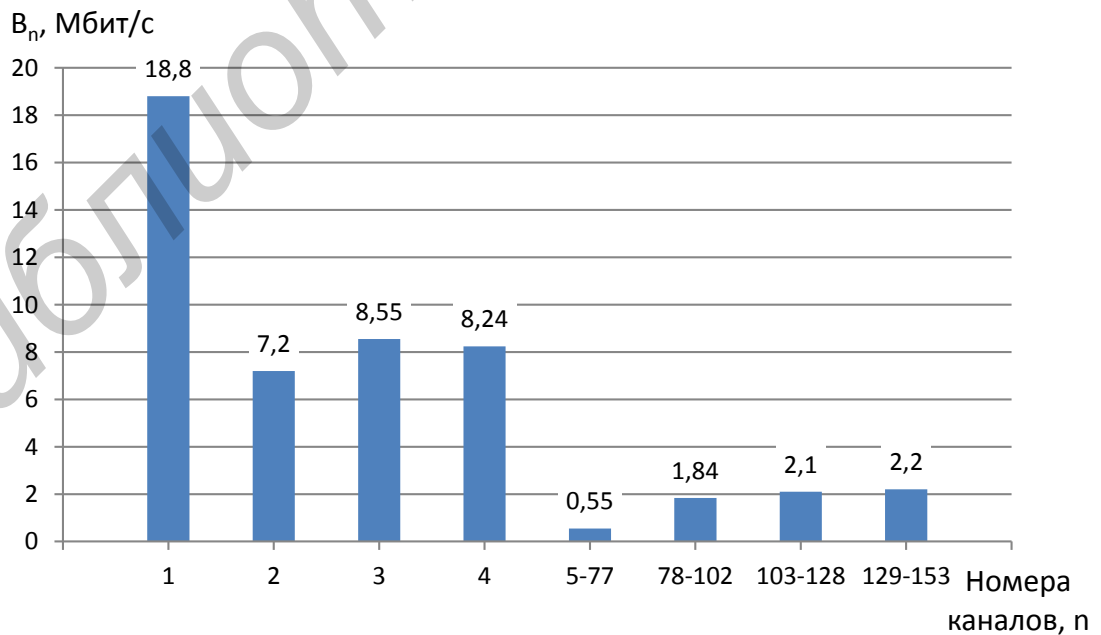


Рисунок 1 – Диаграмма распределения потоков данных

Рассчитанные величины потоков данных внутри сети значительно меньше возможной пропускной способности каналов связи.

По определенным величинам потоков данных можно сделать вывод о способах оптимизации построения сети. Наилучший способ - соединение коммутаторов уровня доступа по топологии «шина» с подключением линии связи к коммутатору уровня распределения одного из них.

Важным фактором для работы КС является влияние времени задержки на производительность сети. В данной работе было произведено исследование связи временных параметров трафика на производительность мультисервисной корпоративной сети. Производительность в данном случае определяется как продуктивность сети, которой соответствует количество одновременно обслуживаемых активных пользователей в течение заданного временного периода.

Собирая все элементы задержек вместе, подсчитывается среднее время задержки τ пакетов, отправляемых по сети [23]:

$$\tau = \frac{1}{\gamma} \sum_{n=1}^M \frac{L \cdot \lambda_n}{B_n - L \cdot \lambda_n} = 8,43 \text{ мс}$$

Тогда максимальное число активных пользователей m , обслуживаемых с минимальной задержкой τ в сети очередей за временной период $T = 8$ часов, составит:

$$m = \frac{T}{\tau} + 1 = \frac{8 \cdot 60 \cdot 60}{8,43 \cdot 10^{-3}} + 1 = 3416371$$

Данная величина существенно превосходит количество пользователей проектируемой корпоративной сети связи.

Глава 4 посвящена исследованию способов оптимизации сети и исследованию уровня загрузки арендного канала связи.

Проектируемая корпоративная мультисервисная сеть связи может быть реконфигурирована для исключения излишних затрат, связанных с прокладкой кабелей связи между коммутаторами. Это достигается объединением коммутаторов уровня доступа друг с другом по топологии «шина» вместо подключения каждого из них к коммутатору более высокого уровня. Данное решение позволяет существенно сэкономить финансовые затраты на построение сети с сохранением ее производительности, а также сохраняет способность сети расширяться и масштабироваться, если в будущем полосы пропускания будет недостаточно и/или сеть будет переведена на более скоростную технологию Ethernet, то любой коммутатор

может быть подключен к коммутатору уровня распределения отдельной линией связи.

Второй способ оптимизации – использование методов сжатия и дедупликации трафика, передаваемого по арендному каналу связи. Оптимизатор сегментирует данные и дедуплицирует их. Данные разбиваются на блоки, каждый из которых получает короткое название — ссылка на блок. Ссылки и блоки данных сохраняются в локальном хранилище — так называемом словаре. Далее любые данные, проходящие через оптимизаторы, будут проверяться на наличие дублицированных данных. Если будет обнаружено соответствие с блоком, находящимся в словаре, то этот блок данных будет заменен короткой ссылкой. Известный блок не передается. Словарь постоянно обновляется и, благодаря специальному алгоритму, в словаре остаются самые востребованные и актуальные блоки данных.

Наиболее объективный метод для исследования качества сети связи - метод имитационного моделирования. Он предполагает разработку модели и моделирование поведения вычислительной системы. Модели имитационного метода моделирования представляют собой компьютерную программу, которая шаг за шагом воспроизводит события, происходящие в реальной системе. Преимуществом имитационных моделей является возможность форсирования модельного времени в исследуемой системе. В результате за несколько минут можно воспроизвести работу сети в течение нескольких дней, что дает возможность оценить работу сети в широком диапазоне варьируемых параметров. Результатом работы имитационной модели являются собранные в ходе наблюдения за протекающими событиями статистические данные о наиболее важных характеристиках сети.

Для исследования загрузки арендного канала связи был разработан алгоритм. Алгоритм моделирует взаимодействие локальной сети Петриковского горно-обогатительного комбината с арендным каналом, учитывает интенсивность передаваемых сообщений, уровень их сжатия и дедупликации, вероятность ошибки при передаче.

Имитационная программа позволяет оценить нагрузку на арендный канал связи и его оптимальную величину. Согласно исследования, при определенной в третьей главе интенсивности поступления сообщений и заданных уровнях сжатия и дедупликации трафика, доле сообщений, предназначенных для передачи по каналу связи, и вероятности ошибки при передаче, оптимальная величина арендного канала связи равна 50 Мбит/с. При этом загрузка канала связи составляет около 70%.

Программа предназначена для персонала проектных и эксплуатационных IT-служб предприятия. Она позволяет произвести расчет

количества трафика, передаваемого в сети и определить необходимую минимальную скорость арендного канала, необходима для нормальной работы сети.

Научная новизна магистерской диссертации заключается в том, что результаты исследования позволяют производить проектирование мультисервисных сетей связи с большей эффективностью, а также исследовать и оптимизировать уже существующие сети.

Практическая ценность полученных результатов заключается в возможности применения данного решения при проектировании Петриковского горно-обогатительного комбината и других корпоративных мультисервисных сетей связи крупных промышленных предприятий.

Результаты работы докладывались на следующих конференциях:

1. 51-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Тема доклада: «Модернизация ONU GPON сети». БГУИР, Минск 2015.
2. XX Международная научно-техническая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА СВЯЗИ». Тема доклада: «Мультисервисная сеть связи крупного промышленного предприятия». ВГКС, Минск 2015.