

УДК 004.772

***ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЛВС С ТУННЕЛИРОВАНИЕМ  
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ***

***Домбровский Я.А.***

*старший преподаватель*

*Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского,  
Калуга, Россия*

***Зенова М.Э.***

*магистрант*

*Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского,  
Калуга, Россия*

***Аннотация.***

В статье рассмотрены процессы проектирования и реализации локально-вычислительных сетей (ЛВС) для автоматизации операций обмена информацией внутри организации. Описывается настройка туннелирования каналов связи для безопасного обмена информацией в разных отделах организации, находящихся в разных корпусах зданий. В конце представлены выводы и заключения о том, что в результате проделанной работы увеличится качество документооборота, снизится время проведения документов, повысится уровень защиты информации.

**Ключевые слова:** локально-вычислительные сети, автоматизация обмена информацией, туннелирование каналов, безопасность, документооборот.

***DESIGN AND IMPLEMENTATION OF LAN WITH TUNNELING FOR THE  
ORGANIZATION***

***Dombrovsky Y.A.***

*Senior Lecturer*

*Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky,  
Kaluga, Russia*

***Zenova M.E.***

*Master's student*

*Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky,  
Kaluga, Russia*

**Annotation.**

The article discusses the processes of designing and implementing local area networks (LAN) to automate information exchange operations within an organization. It describes the configuration of tunneling communication channels for the secure exchange of information in different departments of the organization located in different buildings. At the end, the conclusions and conclusions are presented that as a result of the work done, the quality of document management will increase, the time for documents will decrease, and the level of information protection will increase.

**Keywords:** local area networks, automation of information exchange, channel tunneling, security, document management.

Сегодня современное производство без электронного документооборота эффективно работать не может. Для обеспечения функционала обмена данными на расстоянии обеспечивает сеть. Сетевые технологии в цифровой экономике занимают ведущую роль, но решая практические задачи на цифровом уровне требуют конфигурации или доработки различного уровня. Это конфигурирование или доработка требуют ИТ специалистов высокого уровня. Необходимо, используя системный анализ, провести анализ предметной области, спроектировать информационную систему, а затем определить параметры сети и ее сконфигурировать по этим параметрам.

Локальные вычислительные сети представляют собой закрытые сети, которые обычно функционируют в пределах одного здания или на территории определенной организации и не имеют прямого выхода в Интернет. Они создаются для объединения рабочих станций и принтеров в рамках офисного пространства компании с целью обеспечения общего доступа к ресурсам и удобному обмену информацией. Благодаря наличию локальных вычислительных сетей нам предоставляется возможность одновременного использования программ и баз данных несколькими пользователями. Это позволяет улучшить эффективность работы коллектива, повысить коммуникацию и координацию действий между сотрудниками, а также обеспечить быстрый доступ к нужной информации.

Туннелирование в компьютерных сетях представляет собой процесс, в котором устанавливается логическая связь между двумя конечными узлами путём инкапсуляции различных протоколов [3,5,6]. Этот метод используется для построения сетей, когда один сетевой протокол помещается внутрь другого протокола, который находится на том же или более низком уровне, что и сам туннель.

В результате туннелирования, передаваемые данные упаковываются вместе со служебными полями в полезную нагрузку пакета несущего протокола. Подобный подход может использоваться на сетевом и прикладном уровнях. Особую ценность приобретает комбинация туннелирования и шифрования, поскольку именно она позволяет создавать защищенные виртуальные частные сети, известные как VPN.

Практическая значимость и актуальность, в целом, проектирования и реализации локальной вычислительной сети на предприятии заключается в создании бизнес-экосистемы путём объединения всей компьютерной техники на предприятии с возможностью расширения, а также возможность разграничивать права доступа. Это позволяет автоматизировать для сотрудников процессы, связанные со сбором, обработкой, хранением, и

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

предоставлением необходимых данных в необходимый момент времени для лучшего взаимодействия внутри предприятия и качественного формирования документов отчетности разного уровня. Таким образом достигается максимальная производительность, конфиденциальность и целостность обрабатываемых, хранимых, передаваемых данных внутри локальной вычислительной сети предприятия [2].

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) имеет несколько основных назначений, которые важны для эффективной работы организации или предприятия: обеспечивает распределение данных, позволяет распределить ресурсы, обеспечивает распределение программ, позволяет пользователям устанавливать электронную почту и обмениваться сообщениями

Преимущества ЛВС:

1. Улучшенная безопасность: ЛВС позволяют внедрять различные системы защиты данных, мониторить их активность и предотвращать несанкционированный доступ к информации. А также администраторы могут контролировать доступ к сети и ресурсам, установить политики безопасности и реагировать на угрозы в реальном времени.

2. Централизованное хранение данных: ЛВС позволяют хранить и обрабатывать данные на серверах, что обеспечивает централизованное управление и легкий доступ к информации для всех сотрудников. Это также позволяет более надежно хранить данные, предотвращает их потерю и облегчает резервное копирование.

3. Улучшенная производительность: ЛВС позволяют распределить нагрузку между компьютерами в сети, что улучшает производительность и скорость работы. Компьютеры могут обрабатывать задачи параллельно и использовать общие ресурсы, что повышает эффективность работы.

4. Гибкость и масштабируемость: Локальная вычислительная сеть (ЛВС) может быть легко расширена и адаптирована под изменяющиеся потребности организации. Новые компьютеры и устройства могут быть

быстро интегрированы в сеть, а сама сеть может быть разделена на подсети для повышения производительности и безопасности.

5. Высокоскоростной доступ к данным: ЛВС обеспечивают быстрый доступ к общим данным и ресурсам. Сотрудникам предоставляется легкий доступ к необходимой информации, а также возможность обмена данными с коллегами через сеть. Это уменьшает время, необходимое для поиска информации, и увеличивает общую эффективность работы.

6. Возможность удаленной работы: ЛВС позволяют сотрудникам работать из любого удобного места, где есть доступ к сети Интернет. Это увеличивает гибкость и удобство работы, позволяя сотрудникам выходить на удаленную работу, что особенно актуально в периоды кризисов или карантинных ограничений.

#### Недостатки ЛВС:

1. Сложность настройки: для настройки и управления ЛВС требуется знание сетевых протоколов и умение работать с сетевым оборудованием. Это может быть сложной задачей для неподготовленных пользователей.

2. Зависимость от оборудования: ЛВС требуют наличия специального сетевого оборудования, такого как коммутаторы и маршрутизаторы. Это может быть дорого и требовать постоянного обновления и поддержки.

3. Риск безопасности: ЛВС могут быть уязвимыми для атак и несанкционированного доступа. Для обеспечения безопасности необходимо принимать меры, такие как использование брандмауэров и шифрования данных.

4. Ограниченная пропускная способность: ЛВС имеют ограниченную пропускную способность, особенно при большом количестве компьютеров и активном обмене данными. Это может привести к замедлению работы сети и ухудшению производительности.

Технически средства, используемые при разработке ЛВС постоянно, развиваются. Разрабатываются и внедряются новые стандарты. В современном мире большинство организаций имеет несколько зданий для более продуктивной работы, именно поэтому сейчас используют туннелирование в сетях. С помощью него сотрудники могут общаться между собой находясь в разных зданиях, а также безопасно информировать друг друга.

Локальной вычислительные сети предлагается построить с использованием выделенного сервера. Это позволит оптимальным образом управлять ЛВС, а также повысит её быстродействие и надёжность. Количество выделенных серверов также повысит уровень безопасности сети, её надёжность и быстродействие. В этом случае контроллер домена и сервер баз данных находятся на одной выделенной машине, а прокси сервер, сервер печати и файл-сервер, веб-сервер находятся на разных серверах, дабы повысить работоспособность, быстродействие и надёжность ЛВС.

При выборе типа доступа к сети, определяющим фактором является скорость передачи данных по сети, поэтому отсюда делается вывод, что первый вариант более подходит, но учитывая небольшое количество сотрудников (19 машин), можно утверждать, что скорости передачи данных в 100 Мбит/с будет достаточно.

Топология сети типа «звезда» характеризуется наличием центрального узла, к которому подключаются все остальные устройства. В этой топологии все компьютеры соединяются с центральным узлом (коммутатором), формируя отдельный физический сегмент сети. Вся передача данных происходит через этот центральный узел, который испытывает значительную нагрузку, выполняя исключительно сетевые функции. Обычно центральный узел является самым мощным устройством в сети и выполняет все задачи по управлению ею [7,9]. Поскольку организация имеет два здания, обойтись без

маршрутизирующего оборудования невозможно – требуется установка маршрутизатора (роутера).

Роутер, или маршрутизатор — это особое устройство для передачи данных между разными частями сети. Оно работает по правилам и таблицам маршрутизации. Одна из главных функций роутера — объединять сети с разной архитектурой. Чтобы решить, куда отправить пакет данных, роутер обращается к информации о топологии сети и правилам, которые задал администратор.

В сложной системе взаимодействия сетей маршрутизаторы играют важную роль, действуя на «сетевом» уровне модели OSI. В то время как коммутаторы (или свичи) функционируют на втором уровне этой модели, а концентраторы (хабы) – на первом.

Поэтому был выбран маршрутизатор Cisco 1841, так как для туннелирования в данной организации предпочтительнее использовать именно это устройство, обладающее необходимыми характеристиками для удобной работы.

Cisco 1841 – это модульная платформа с широким набором поддерживаемых интерфейсов, а также: скорость передачи до T1/E1, до четырех встроенных портов коммутации 10/100 Мбит/с, до 800 туннелей виртуальных частных сетей, поддержка стандартов беспроводных локальных сетей 802.11a/b/g.

В данной статье при разработке будут использоваться следующие технологии [1,4,8]:

1. Технология Ethernet со скоростью передачи данных 100 Мбит/с (IEEE 802.3 100Base-T) предназначена для подключения сотрудников локальной вычислительной сети (LAN), находящихся в одном здании. Передача данных осуществляется по неэкранированной витой паре категории 5.

2. Для соединения зданий и коммутаторов внутри одного здания, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, мы будем использовать технологию IEEE 802.3ab 1000Base-SX. Она позволяет соединять сегменты сети на расстоянии до 500 метров со скоростью передачи 1000 Мбит/с. В качестве среды передачи данных применяется оптоволоконный кабель с диаметром 50 или 62,5 микрометра.

Ethernet – практически единственная технология, которая способна сделать широкополосный доступ в Интернет действительно массовой услугой. В сочетании с технологиями VPN и VLAN, она уже сейчас делает постоянный доступ в Интернет столь же популярным, каким до последнего времени являлся коммутируемый доступ.

Для создания горизонтальной кабельной системы в здании оптимальным выбором станет неэкранированная витая пара 5-й категории, так как она проста в прокладке внутри помещения и поддерживает передачу данных со скоростью 100 Мбит/с.

Для создания вертикальной кабельной системы, которая будет соединять разные этажи здания, предполагается использовать оптоволоконный кабель. Он предназначен для внутренней прокладки и обладает рядом преимуществ: способен передавать информацию на значительные расстояния, устойчив к воздействию электромагнитных и радиочастотных помех. Тем не менее, у этого решения есть и недостатки. Основной из них — высокая стоимость оптоволокна и работ по его установке.

Логическая структура сети представлена на рисунке 1:

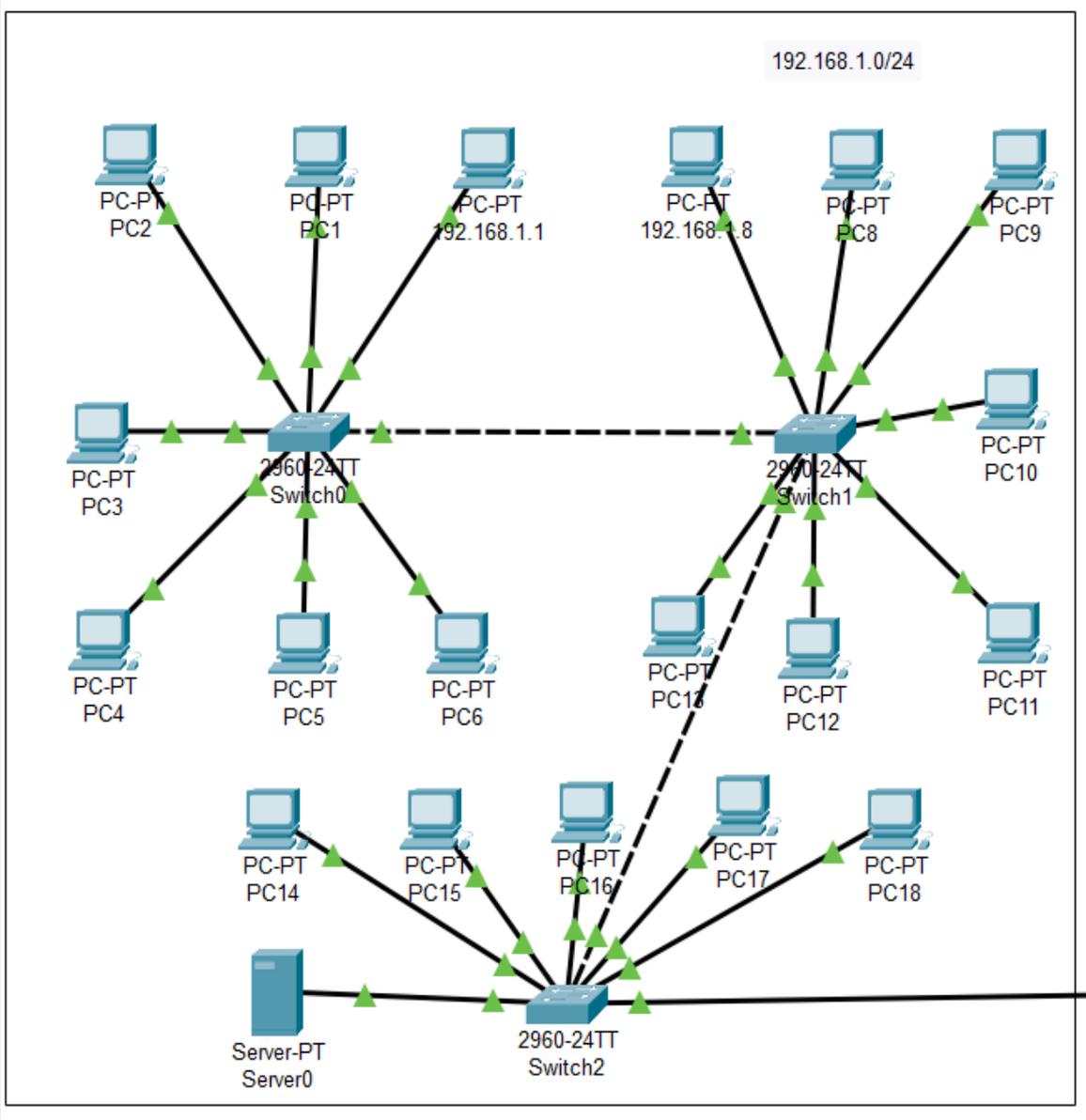


Рис. 1 – Структура сети ЛВС (составлено авторами)

Имеющиеся рабочие станции сети подключаются к портам коммутаторов, обеспечивающих скорость передачи в пределах сегмента – 10/100 Мб/с для каждого порта.

Сеть будет разрабатываться на базе стандарта IEEE 802.3 (Fast Ethernet или 100BASE-TX) для медного кабеля (витая пара).

Для предприятия выбрано следующее оборудование: витая пара, сетевой коммутатор Cisco – 2960-24ТТ, маршрутизатор Cisco 1841, DHCP-сервер, прокси-сервер, файл-сервер.

В каждом отделе поставлены сетевые принтеры и сканеры, к которым можно подключаться и отправлять файлы с помощью IP-адреса.

При проектировании ЛВС в многоэтажном здании необходимо помнить, что серверная комната и её оборудования должны быть равноудалены от всех хостов сети, поскольку затухание сигнала, при передаче данных, накладывает ограничения на длину кабеля витой пары 5ой категории – это не более 100 метров. То же распространяется и на одноэтажное здание. Все кабели, по возможности, равноудалены друг от друга.

В данной статье для разработки сети с туннелированием была выбрана программа Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer – это программное обеспечение, разработанное компанией Cisco Systems, которое имитирует работу сетевых устройств, таких как маршрутизаторы и коммутаторы. Оно позволяет создавать и тестировать модели сетей различного масштаба и сложности, настраивая параметры маршрутизации и конфигурации оборудования. Packet Tracer предоставляет пользователям возможность взаимодействия через облако и создания сложных сценариев, которые сложно реализовать с реальными устройствами из-за высокой стоимости и ограниченного доступа. В симулятор включены модели маршрутизаторов серий Cisco 800, 1800, 1900, 2600, 2800, 2900, а также коммутаторов Cisco Catalyst 2950, 2960, 3560 и межсетевого экрана ASA 5505. Также доступны поддержка стандартов IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3u и протоколы TCP/IP, UDP, ICMP, ARP, RIP, OSPF, VLAN, MPLS, PPP, SNMP, IGMP, WINS, DNS, HTTP, FTP, SMTP, POP3, IMAP, Telnet, SSH, SSL/TLS, VPN, IPSec, GRE, IPv6.

Версии программного обеспечения Cisco Packet Tracer варьируются от 3.0 до последней актуальной версии. Доступны дополнительные модули для расширения функционала, такие как поддержка VoIP, QoS, IP-телефонии, видеоконференций и других технологий. Поддержка сохранения проектов в формате .pkt.

### Основные возможности Packet Tracer:

1. - Моделирование сетевых структур. Программа позволяет создавать и тестировать сетевые модели различной сложности, отправляя разные типы пакетов данных. Это даёт возможность экспериментировать с конфигурациями и оценивать их работоспособность.

2. - Взаимодействие с сетевыми устройствами. Packet Tracer поддерживает работу с разнообразным оборудованием, включая коммутаторы второго и третьего уровней, рабочие станции, маршрутизаторы и межсетевые экраны. Это позволяет пользователям отрабатывать навыки управления реальными устройствами в безопасной виртуальной среде.

3. Управление конфигурацией. Обеспечивает настройку параметров маршрутизации, настройки оборудования и управления трафиком в сети.

4. Сохранение и комментирование работ. Позволяет пользователям сохранять созданные проекты, добавлять комментарии и аннотации, а также делиться своими работами с другими специалистами.

5. Интерактивное обучение. Предоставляет возможность изучения различных сетевых концепций и технологий через практические задания и примеры, что облегчает освоение сложных тем.

Этот инструмент обладает широким спектром функций, которые позволяют создавать, настраивать и тестировать компьютерные сети. Программа-эмулятор даёт возможность проектировать сети любой сложности: задавать различные типы соединений между устройствами, генерировать и передавать разные виды пакетов данных, сохранять результаты работы и оставлять к ним комментарии.

Профессионалы в сфере IT могут с помощью этого инструмента изучать коммутаторы второго и третьего уровней, рабочие станции и другие сетевые устройства. Они могут определять, как устройства соединяются друг с другом, и устанавливать эти соединения.

В результате анализа всего необходимого оборудования была создана модель локальной вычислительной сети с последующей настройкой туннелирования в удобной программе СРТ (Cisco Packet Tracer).

Реализуемая локальная вычислительная сеть отвечает всем заявленным требованиям. Она легко администрируема, а также при необходимости может быть расширена.

Достоинством представленных технических решений является то, что они основаны на современных информационных технологиях, обеспечивают высокие уровни производительности, надежности и защиты данных. Другим важным аспектом представленных технических решений является их открытость. Они базируются только на стандартных технологиях и допускают расширение и модернизацию локальной вычислительной сети в будущем в соответствии с растущими потребностями.

#### **Библиографический список:**

1. Альбекова, З. М. Инфокоммуникационные системы и сети : учебное пособие (курс лекций) / З. М. Альбекова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 165 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92548.html> (дата обращения: 15.02.2025).
2. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / В. Л. Бройдо. — Москва ; Санкт-Петербург : Питер, 2017. — 704 с.
3. Галушка, В. В. Сети и системы передачи информации : учебное пособие / В. В. Галушка. — Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2016. — 105 с.
4. Дроздова, Е. Н. Сети и телекоммуникации : учебное пособие / Е. Н. Дроздова. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 128 с. — Текст :

электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102468.html> (дата обращения: 12.02.2025).

5. Ковган, Н. М. Компьютерные сети : учебное пособие / Н. М. Ковган. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. — 179 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93384.html> (дата обращения: 22.01.2025).

6. Карташевский, В. Г. Компьютерные сети : учебник / В. Г. Карташевский, Б. Я. Лихтциндер, Н. В. Киреева, М. А. Буранова. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 267 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71846.html> (дата обращения: 08.02.2025).

7. Винокуров, И. В. Компьютерные сети и телекоммуникации : учебное пособие для среднего профессионального образования / сост. И. В. Винокуров. — Саратов ; Москва : Профобразование ; Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 103 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115695.html> (дата обращения: 30.01.2025).

8. Пролубников, А. В. Сети передачи данных. В 2 ч. Часть 1 : учебное пособие / А. В. Пролубников. — Омск : Издательство Омского государственного университета, 2020. — 116 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108149.html> (дата обращения: 19.01.2025).

9. Ракитин, Р. Ю. Компьютерные сети : учебное пособие / Р. Ю. Ракитин, Е. В. Москаленко. — Барнаул : Алтайский государственный педагогический университет, 2019. — 338 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102731.html> (дата обращения: 14.02.2025).

10. Чекмарев, Ю. В. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Ю. В. Чекмарев. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2019. — 184 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87989.html> (дата обращения: 27.01.2025).

*Оригинальность 80%*