

КОРПОРАТИВНАЯ СЕТЬ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

О.А. Сосновский, Д.В. Василевский

Белорусский государственный экономический университет, Партизанский пр., 26, Минск, 220070, БЕЛАРУСЬ, тел. (375517) 2 49 40 33, тел. (375517) 2 30 87 21

АННОТАЦИЯ

В данной работе обосновывается выбор топологии корпоративной сети высшего учебного заведения, удовлетворяющей требованиям обеспечения максимально возможной пропускной способности сети.

Приводится пример локальной компьютерной сети Белорусского государственного экономического университета и расчет ее основных временных параметров.

1. ВВЕДЕНИЕ

Современное высшее учебное заведение представляет собой сложную систему взаимодействующих между собой подразделений, обеспечивающих учебный процесс, научно-исследовательскую работу, административное управление, международное сотрудничество и т.д.

Для централизованного и эффективного управления такой системой необходимо создавать корпоративную компьютерную сеть, основной задачей которой является обеспечение передачи информации между различными подразделениями.

В общем случае такая сеть представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных и согласованно функционирующих программных и аппаратных средств, которые условно можно разделить на четыре группы: *компьютеры, операционные системы, сетевые программные приложения и коммуникационное оборудование.*

Компьютеры являются центральными элементами обработки данных в сети и их выбор определяется спецификой решаемых вычислительных задач.

Операционные системы образуют программную платформу сети. В зависимости от концепции управления локальными и распределенными ресурсами сети, реализуемой операционной системой, зависит эффективность работы всей сети.

В состав сетевых программных приложений входят системы управления базами данных, различные почтовые системы, средства архивации данных, системы коллективной работы и т.д.

Роль коммуникационного оборудования играет в последнее время все большую роль при

создании корпоративных сетей. Это связано с тем, что современные компьютеры обладают большим быстродействием и способны обрабатывать значительные объемы информации, практически не влияя на скорость обработки информации в сети в целом.

Замедление работы в сети связывается в настоящее время все больше с неправильным определением пропускной способности коммуникационного оборудования и, как результат, с неправильным выбором топологии сети. Ошибки при выборе топологии сети, ее коммуникационного оборудования в последствии приводят к неэффективной работе всей сети, а их устранение к большим материальным затратам.

2. КОРПОРАТИВНАЯ СЕТЬ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ КАК ОДНОРОДНАЯ РАЗДЕЛЯЕМАЯ СЕТЬ

Специфика деятельности высшего учебного заведения обуславливает работу пользователей корпоративной сети с различными видами информации. Так, если бухгалтерия и другие подразделения структуры управления в основном пользуются алфавитно-цифровой информацией, то учебный процесс и научно-исследовательская деятельность широчайшим образом используют графическую и мультимедийную информацию.

Совмещение в одной сети традиционного компьютерного и мультимедийного трафика является основным современным требованием, предъявляемым к корпоративным сетям. Ниже в Табл.1 приведены приблизительные объемы различных видов данных, передаваемых по корпоративной сети [1]:

Таблица 1. Объемы данных

Вид данных	Объем
текстовый файл	30 Кбайт
электронная таблица	250 Кбайт
рисунок	1 Мбайт
графический файл	10 Мбайт
сжатое видео	100 Мбайт

Для передачи указанных объемов информации разработаны различные базовые техноло-

гии передачи данных, среди которых можно назвать такие, как ATM, Frame Relay, ISDN, SONET, TOKEN RING, FDDI, Ethernet и д.р [1].

Во всех указанных технологиях данные разбиваются на отдельные кадры, снабжаются дополнительными служебными байтами (преамбулы, заголовки, адресация, контрольные и т.д.) и отправляются в сеть.

В настоящее время самым распространенным стандартом локальных сетей является технология Ethernet. Общее количество сетей, работающих по протоколу Ethernet, в настоящее время оценивается в 5 миллионов, а количество компьютеров использующих адаптеры Ethernet – в 50 миллионов [2].

В сетях Ethernet используется случайный метод доступа к среде данных, называемый метод коллективного доступа с обнаружением коллизий (CSMA/ CD).

Избежание коллизий или их уменьшение является важнейшей задачей при создании корпоративной сети. В технологии Ethernet разработаны четкие алгоритмы избежания коллизий, с которыми можно ознакомиться в [1,2].

Эти методы основаны на специальных методах кодирования отдельных битов информации, на выборе определенным образом временных интервалов возобновления передачи в сеть отдельными узлами, а также на стандартизации длины соединительных кабелей между узлами сети.

Для определения эффективной топологии корпоративной сети высшего учебного заведения, построенной по технологии Ethernet, необходимо определить ее загрузку, удовлетворяющую требованиям функционирования без наступления коллизий.

Рассмотрим корпоративную сеть с использованием повторителей (концентраторов) для физического объединения различных узлов сети с целью увеличения общей длины сети.

Такие сети носят название *однородных разделяемых* сетей. В этом случае повторители (концентраторы) передают сигналы из одного сегмента (объединения нескольких компьютеров) сети в другой сегмент, не распределяя информационные потоки и не меняя их скорость передачи (Рис.1.).

Определим коэффициент загрузки сети S, как:

$$S = \frac{P * m_j}{f} \quad (1)$$

где

P – количество узлов сети;

m_j – количество кадров в секунду, отправляемых в сеть j – м узлом;
f – максимально возможная пропускная способность сегмента.

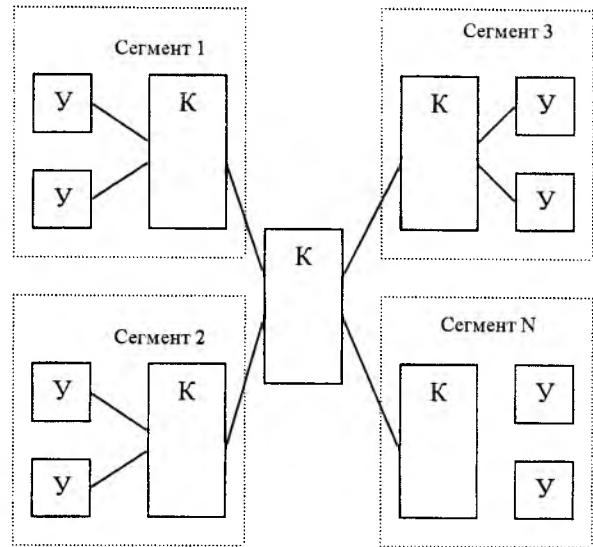


Рисунок 1. Однородная разделяемая сеть
У- узлы сети, К- концентраторы

Стандарт Ethernet определяет $f = 14\ 880$ кадр/с

Имитационное моделирование сети Ethernet и исследование ее работы с помощью анализаторов протоколов показали, что при коэффициенте загрузки $S > 0,5$ начинается быстрый рост числа коллизий и, соответственно, увеличивается время ожидания доступа к сети.

Рекомендуемая величина коэффициента загрузки S для корпоративных систем, использующих стандарт Ethernet должна быть $S \leq 0,3$.

Отметим также, что зависимость количества коллизии в сети от количества узлов имеет экспоненциальный характер, что приводит к неустойчивой работе сети и большим количеством ошибок.

Как уже отмечалось, современное высшее учебное заведение представляет собой достаточно сложную корпоративную систему. В учебном заведении с количеством студентов порядка 20 тысяч используются, по оценке авторов, около 800 компьютеров в учебных компьютерных классах, а также в деканатах, кафедрах и других структурных подразделениях. Экспериментальные данные показали, что каждый из компьютеров передает в среднем в сеть от 500 до 1000 кадров в секунду.

Если принять даже тот факт, что одновременно в корпоративной сети работает только половина компьютеров, применяя (1) можно

получить коэффициент загрузки сети:

$$S = \frac{400 * 1000}{14880} = 26,8 \quad (2)$$

Полученный коэффициент загрузки превышает рекомендуемый почти в 90 раз и с использованием сотрудниками мультимедийных приложений такая корпоративная сеть становится абсолютно не работоспособной.

Кроме расчета коэффициента загрузки сети важную роль играет также определение максимально допустимой длины сегментов сети. Длина сегментов зависит от типа применяемых кабелей и по стандарту Ethernet для передачи кадров минимальной длины лежит в пределах от 100 м для неэкранированной витой пары категорий 3,4,5 до 2000 м для многомодового волоконно-оптического кабеля. В стандарте Fast Ethernet эти длины сокращаются приблизительно в 10 раз.

В технологии Ethernet все временные интервалы измеряются в единицах битового интервала (bt), который соответствует времени между появлением двух последовательных бит данных в канале связи. Для максимальной скорости передачи 10 Мбит/с величина битового интервала равна 0,1 мкс, для скорости 100 Мбит/с она равна соответственно 0,01 мкс.

Поскольку подключение концентраторов вносит дополнительные задержки в распространение сигналов, то стандарт Ethernet определяет максимальный интервал задержки (интервал отсрочки) на участке между конечными узлами, который должен удовлетворять условию:

$$T_{\max} \leq 512 \text{ bt} \quad (3)$$

Корпоративная сеть высшего учебного заведения имеет, как правило, кабельные расстояния больше (иногда до 10 км), чем определяемые стандартом Ethernet, а необходимое количество подключенных компьютеров вынуждает применять достаточно большого числа концентраторов.

В качестве примера рассмотрим соединение только двух сегментов с помощью оптоволоконного кабеля длиной 4,5 км.

Стандартизированные значения задержек можно взять из [2,3]:

Таблица 2. Задержки оборудования и среды

Оборудование, среда	Задержка, bt
база передающего сегмента	12,3
база принимающего сегмента	156,2
оптоволоконный повторитель	31
оптоволокно на 1 м	0,1
витая пара на 1 м	1,112
повторитель для витой пары	92

В результате интервал задержки, состоящий из суммы всех задержек сигнала между двумя сегментами, будет равен:

$$T_{\max} = 12,3 + 156,2 + 31 \times 2 + 0,1 \times 4500 = 680,5 \text{ bt} > 512 \text{ bt} \quad (4)$$

Полученный суммарный интервал задержек превышает допустимый (3) и сеть является не работоспособной.

Анализируя (2) и (4), можно сделать вывод, что корпоративная сеть высшего учебного заведения не может быть построена в виде однородной разделяемой сети.

3. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ КОРПОРАТИВНАЯ СЕТЬ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Одним из способов улучшения эффективности работы компьютерной сети является использование коммутаторов сети.

Как известно, коммутаторы позволяют разделять исходную сеть на логические сегменты [1,2]. В этом случае каждый логический сегмент представляет собой разделяемую среду, не влияющий в смысле возникновения коллизий на другие сегменты. Каждый сегмент может уменьшить количество узлов P , которое обеспечивает с учетом трафика между коммутаторами $S \leq 0,3$. Необходимое количество узлов обеспечивается тогда подключением дополнительных сегментов на отдельные порты коммутатора.

Использование отдельных портов коммутатора для подключения сегментов позволяет также не включать в расчет интервала задержки T_{\max} задержки, вносимые базами сегментов.

В этом случае интервал задержки будет определяться задержками, вносимыми соединениями между портами коммутаторов.

Учитывая вышесказанное, авторами предлагается иерархическая топология корпоративной сети высшего учебного заведения с использованием коммутаторов сети. (Рис.2).

Топология сети построена как многоуровневая звезда. Верхний иерархический уровень представляет собой стянутую в точку магист-

раль, т.е. объединение коммутаторов KV_i этого уровня происходит на внутренней магистрали главного коммутатора ГКМ.

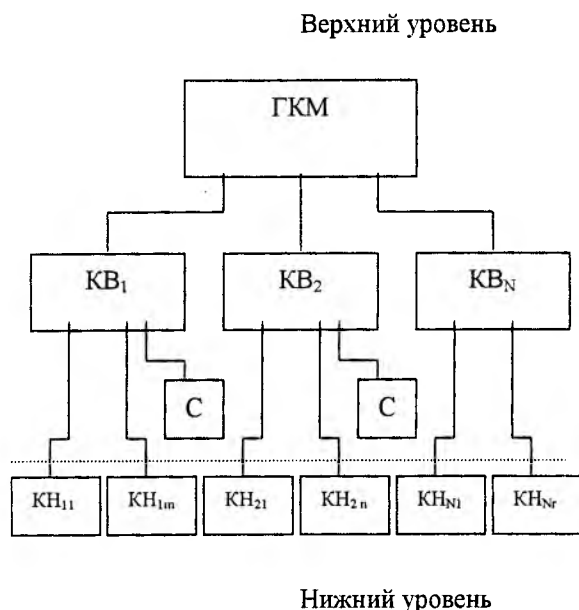


Рисунок 2. Иерархическая сеть
ГКМ – главный коммутатор, KV – коммутаторы верхнего уровня, KH – коммутаторы нижнего уровня, С - сегменты

Каждый из коммутаторов KV_i является центром звезды коммутаторов нижнего уровня KH_{ij} , а также сегментов, подключенных непосредственно к KV_i

К каждому из коммутаторов KH_{ij} нижнего уровня могут подключаться соответственно коммутаторы подуровней, а также непосредственно сегменты.

Отметим, что выходной порт коммутатора уровня должен иметь скорость не меньшую, чем сумма скоростей его входных портов. Самую большую скорость передачи данных должна иметь внутренняя магистраль главного коммутатора (обычно внутренние шины современных коммутаторов имеют скорости в десятки гигабит в секунду)

Количество подключаемых коммутаторов к звезде верхнего уровня в общем случае зависит от количества портов главного коммутатора КМ. Применяя, однако, технологию каскадирования и объединения коммутаторов в стек, количество подключаемых коммутаторов нижнего уровня можно увеличивать.

Как показали проведенные экспериментальные исследования, иерархическое построение корпоративной сети высшего учебного заведения позволяет гибко адаптировать сеть к его

изменяющейся структуре, повышает безопасность данных, упрощает управление сетью в целом.

В зависимости от физических расстояний между коммутаторами нижнего и верхнего уровня для их соединений могут быть использованы как оптоволоконные кабели, так и витая пара.

Отметим также, что такая структура позволяет эффективно использовать полнодуплексный режим работы коммутаторов, где на качество работы сети влияют не коллизии, а в большей степени искажения формы сигналов из-за большого расстояния.

4. КОРПОРАТИВНАЯ СЕТЬ БГЭУ

В качестве примера построения иерархической корпоративной сети высшего учебного заведения рассмотрим локальную компьютерную сеть БГЭУ.

К локальной сети БГЭУ подключены 8 основных зданий, причем 2 из них расположены на расстоянии нескольких километров от главного корпуса.

Компьютерная сеть насчитывает около 1000 компьютеров, обеспечивающих учебный процесс и управление университетом.

В качестве топологии сети выбрана иерархическая структура, построенная как многоуровневая звезда (Рис. 3).

На Рис. 3 указаны основные параметры сети. В качестве коммутаторов используются коммутаторы фирм Cisco, 3Com, Intel, Compeh.

К отдельным портам коммутаторов всех уровней подключены концентраторы с количеством узлов $P < 30$.

Главный коммутатор фирмы 3Com имеет скорость передачи по внутренней магистрали 32 Гбит/с. К этому коммутатору подключена также серверная группа, требующая наибольшей скорости передачи данных.

Для определения интервала задержки T_{max} на каждом участке между коммутаторами воспользуемся данными Табл.2, а также указанными на Рис. 3 расстояниями.

1 участок: Главный коммутатор (2 корпус)- коммутатор 1-го уровня (2 корпус).

20 м витая пара + 2 порта для витой пары:

$$T_{max} = 20 * 1,112 + 2 * 92 = 206,24 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$$

2 участок: Главный коммутатор (2 корпус)- коммутатор 1-го уровня (4 корпус).

600 м оптоволокно + 2 порта для оптоволокна:

$$T_{max} = 600 * 0,1 + 2 * 31 = 122 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$$

3 участок: Главный коммутатор (2 корпус)- коммутатор 1-го уровня (3 корпус).

300 м оптоволокну +2 порта для оптоволокну:
 $T_{\max} = 300 * 0,1 + 2 * 31 = 92 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$

4 участок: Коммутатор 1- го уровня (2 корпус)- коммутатор 2-го уровня (1 корпус).

180 м оптоволокну +2 порта для оптоволокну:
 $T_{\max} = 180 * 0,1 + 2 * 31 = 80 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$

5 участок: Коммутатор 1-го уровня (4 корпус)- коммутатор 2-го уровня (7 корпус).

150 м оптоволокну +2 порта для оптоволокну:
 $T_{\max} = 150 * 0,1 + 2 * 31 = 77 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$

6 участок: Коммутатор 1-го уровня (3 корпус)- коммутатор 2- го уровня (6 корпус).

50 м витая пара +2 порта для витой пары:

$T_{\max} = 50 * 1,112 + 2 * 92 = 239,6 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$

7 участок: Коммутатор 2- го уровня (1 корпус)- коммутатор 3- го уровня (5 корпус).

4500 м оптоволокну +2 порта для оптоволокну:
 $T_{\max} = 4500 * 0,1 + 2 * 31 = 512 \text{ bt} = 512 \text{ bt}$

8 участок: Коммутатор 2- го уровня (1 корпус)- коммутатор 3- го уровня (8 корпус).

1500 м оптоволокну +2 порта для оптоволокну:
 $T_{\max} = 2500 * 0,1 + 2 * 31 = 312 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$

9 участок: Коммутатор 2-го уровня (1 корпус)- коммутатор 3- го уровня (библиотека).

100 м оптоволокну +2 порта для оптоволокну:
 $T_{\max} = 100 * 0,1 + 2 * 31 = 72 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что все значения интервалов задержки T_{\max} удовлетворяют (3).

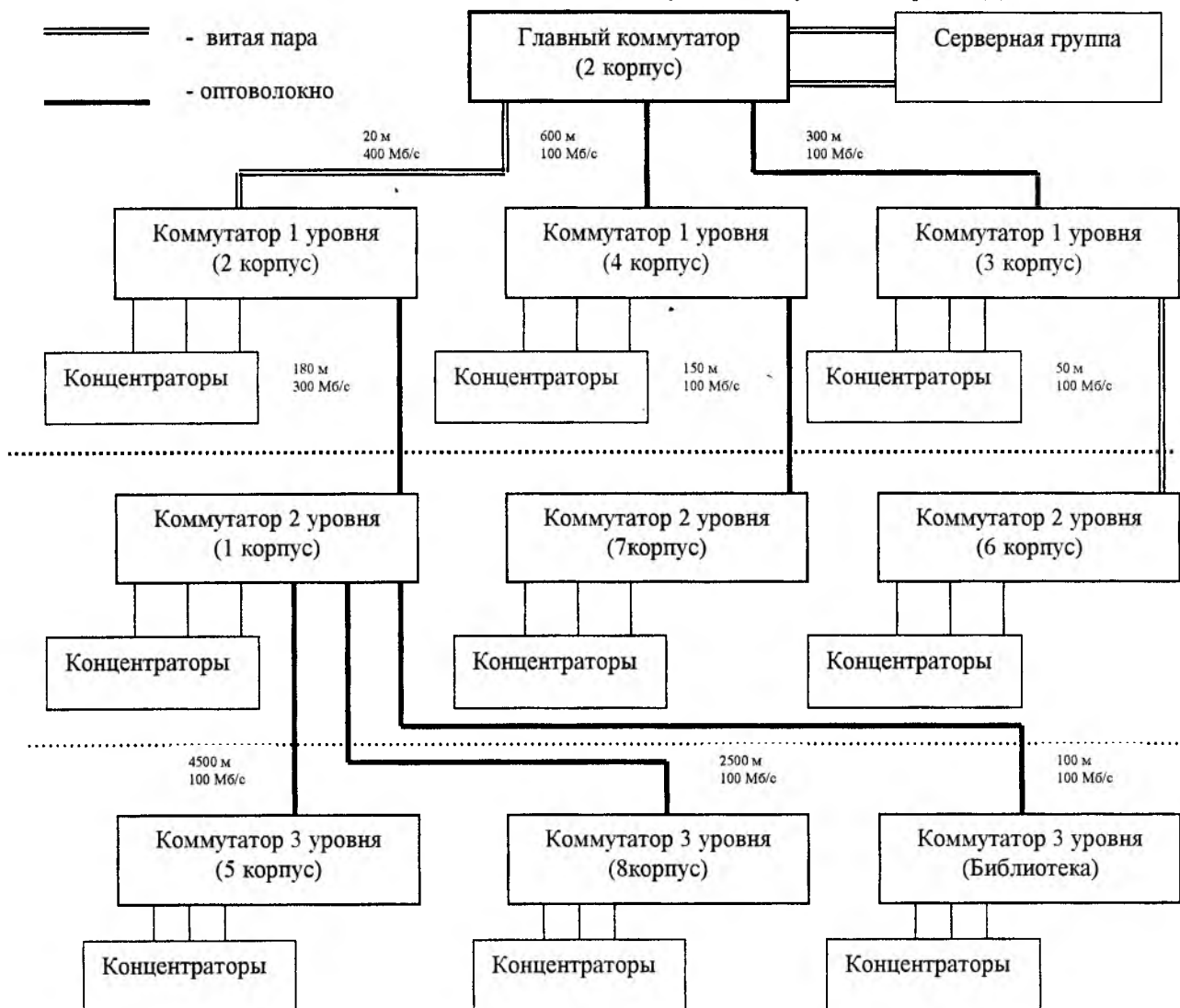


Рисунок 3. Корпоративная сеть БГЭУ

Исследования корпоративной сети БГЭУ, построенной по иерархическому принципу с использованием коммутаторов показали, что сеть является работоспособной и удовлетворяет современным требованиям, предъявляемым к компьютерным сетям.

Следует также отметить ее масштабируемость и гибкость, позволяющие наращивать требуемое коммуникационное оборудование и подключать дополнительные компьютеры.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компьютерная сеть высшего учебного заведения должна обеспечивать надежную и быструю передачу различных объемов данных между удаленными друг от друга структурными подразделениями.

Корпоративная сеть высшего учебного заведения, построенная как однородная разделяе-

мая сеть, не может обеспечить требуемую пропускную способность и является не работоспособной.

Иерархическая сеть с использованием коммутаторов наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявляемым к корпоративным сетям высшего учебного заведения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1].Кульгин М. Технология корпоративных сетей. Энциклопедия. – Санкт-Петербург: Питер, 2000.- 704 с.
- [2].Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – Санкт-Петербург: Питер, 1999.- 672 с.
- [3].Гук М. Аппаратные средства локальных сетей: Энциклопедия. – Санкт-Петербург: Питер, 2000.- 620 с.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УСЛУГИ В РЕГИОНАЛЬНЫХ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИИ

В.М. Воробьев

Институт проблем передачи информации РАН, Большой Каретный пер,19, Москва, 101447, РОССИЯ, vorobiov@iitp.ru

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены вопросы реализации интегральных услуг в региональных научно-образовательных сетях пакетной коммутации. В качестве основы для построения таких сетей предлагается экономически эффективная модель, предусматривающая использование комбинации протоколов, основой для которой является использование технологии Ethernet. Проведен анализ условий применения технологий сетей передачи данных локального (корпоративного уровня) Ethernet для построения сети масштаба региона. На основе анализа предложен ряд комбинаций сетевых технологий, отвечающих задаче создания экономически эффективных региональных научно-образовательных сетей с интегральными услугами.

1. ВВЕДЕНИЕ

Как известно вначале Интернет представлял собой объединение научно-образовательных сетей передачи данных, в которые входили научные и образовательные учреждения, распределенные по территории университет-

ского городка (кампусные сети), города, страны. На этих сети происходила отработка технических решений, которые составили основу технологии Интернет. В настоящее время научно-образовательные сети, находясь на переднем крае по использованию новейших телекоммуникационных и сетевых технологий, стали необходимым условием полноценного функционирования научных и образовательных учреждений региона.

Удовлетворение потребностей в информационном обеспечении других частей общества региона (бизнес-сообщества, населения) происходит, как правило, за счет развития сетей передачи коммерческих провайдеров масштаба города и региона. Научно-образовательные сети и сети традиционных операторов связи находятся в постоянном развитии и каждая из этих сетей имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при построении эффективной и экономически выгодной сети регионального масштаба.