

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
Дальневосточный государственный технический университет
(ДВПИ имени В.В. Куйбышева)
Кафедра «Радио, телевидение, связь»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

Витом
«6» июня 2006 г.

МУЛЬТИСЕРВИСНАЯ ШИРОКОПОЛОСНАЯ СЕТЬ В ЖИЛОМ ДОМЕ

Пояснительная записка к дипломному проекту

Исполнитель

Студент группы

Р-1012

Катаев 5.06.06
(подпись, дата)

Катаев Ф.А.

Руководитель

Медв 5.06.06
(подпись, дата)

Медвровский С.И.

Консультанты:

по Исходные

[Подпись] 01.06.06
(подпись, дата)

Араев А.А.

по _____

(подпись, дата)

по _____

(подпись, дата)

по _____

(подпись, дата)

по _____

(подпись, дата)

Нормоконтроль

Ташу 1.06.06.
(подпись, дата)

Рецензент

[Подпись] 07.06.06
(подпись, дата)

Владивосток 2006

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Дальневосточный государственный технический университет
(ДВПИ им. В.В. Куйбышева)

Кафедра «Радио, телевидение, связь»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

Виталий

«20» февраля 2006 г.

ЗАДАНИЕ

на дипломный проект (работу)

Студенту (Ф. И. О.) Катаев Ф.А Группы P-1012

1. Наименование темы: Мультисервисная широкополосная сеть в жилах дома

2. Основание для разработки: приказ директора № УВ-19 от 13.03.2006 г.

3. Источники разработки: техническое задание

4. Технические требования (параметры) Трафикная способность сети должна быть больше нагрузки, создаваемой всеми абонентами

5. Дополнительные требования Расчет передаваемого трафика

6. Перечень разрабатываемых вопросов

1. Выбор архитектуры сети

2. Выбор конечного оборудования и реализуемых сервисов

3. Расчет магистрально-распределительной сети

4. Проектирование кабельной сети

5. Экономический расчет

7. Перечень графического материала _____

- _____ Конфигурация головной станции
- _____ Конфигурация системы видеонаблюдения
- _____ Абонентское оборудование
- _____ Транспортная сеть
- _____ Магистральные соединения
- _____ Соединения этакной разводки
- _____ Общая схема сети

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА

№ п.п.	Наименование этапов дипломного проекта (работы)	Срок выполнения этапов проекта (работы)	Примечание
1.	Работа с литературой	20.02.06 ₂ - 15.03.06 ₂	
2.	Выбор оборудования головной станции	15.03.06 ₂ - 25.04.06 ₂	
3.	Расчет магистрально-распределительной сети	25.04.06 ₂ - 10.05.06 ₂	
4.	Экономический расчет	10.05.06 ₂ - 18.05.06 ₂	
5.	Оформление работы и чертежей	18.05.06 ₂ - 30.05.06 ₂	
6.	Утверждение дипломного проекта	6.06.06 ₂	

Дата выдачи задания

Срок представления к защите 1.06.06.

Руководитель проекта

Медв

Студент Камасв

Аннотация

Целью дипломной работы является расчет проекта построения мультисервисной широкополосной сети в жилом доме включающей в себя Интернет, телевидение, IP-телефонию и видеонаблюдение. Проект выполнен в соответствии с современными тенденциями в области телекоммуникаций и построения сетей с соблюдением всех норм и правил. В работе приводится описание и выбор основных способов решения поставленных задач, проводится выбор оборудования структурированной кабельной системы, описан метод работы оборудования головной станции цифрового телевидения. Отражены результаты проведенных вычислений и описан проект мультисервисной сети в жилом здании. В экономическом разделе производится расчет себестоимости сети.

The summary

The Purpose of the degree work is a calculation of the project of the building multiservice to broadband network in жилом house comprising of itself Internet, television, IP-telephony and video observation. The Project is executed in accordance with modern trend in the field of telecommunication and buildings of the networks with observance of all rates and rules. The description happens to In work and choice of the main ways of the decision of the put(deliver)ed problems, is conducted choice of the equipping the outline cable system, is described method of the functioning(working) the equipment to main station of the digital television. The Reflected results of the called on calculations and is described project multiservice to network in жилом building. In economic section is produced calculation to prime cost to network.

Содержание

Введение.....	2
1. Выбор архитектуры сети.....	3
1.1 Выбор технологии передачи данных.....	3
1.2 Выбор топологии сети.....	11
2. Выбор окончного оборудования и реализуемых сервисов.....	13
2.1 Выбор головной станции.....	13
2.2 Выбор конфигурации системы видеонаблюдения.....	17
2.3 Организация доступа к IP-телефонии и Интернету.....	20
2.4 Выбор абонентского оборудования.....	21
3. Расчет магистрально-распределительной сети.....	23
3.1 Расчет передаваемого трафика через сеть.....	23
3.1.1 Расчёт телевизионного трафика.....	23
3.1.2 Расчёт трафика видеонаблюдения.....	28
3.1.3 Расчёт трафика IP-телефонии.....	31
3.1.4 Расчёт Интернет трафика.....	33
3.2 Выбор коммутаторов.....	36
4. Проектирование кабельной сети.....	44
4.1 Магистраль.....	44
4.2 Этажная разводка.....	46
4.3 Другие соединения.....	47
5. Экономический расчет.....	48
Заключение.....	54

Список литературы

Приложение А
Приложение Б
Приложение В
Приложение Г
Приложение Д
Приложение Е
Приложение Ж

Введение

В настоящее время полным ходом идет процесс всеобщего перехода на цифровые информационные потоки. Одним из результатов этого процесса стало то, что для передачи практически всех видов информации, используемой человеком, могут применяться одни и те же цифровые технологии. Обзор специализированной литературы [1], [2] и [3] показал, что сегодня все более актуальной становится тема создания мультисервисных широкополосных сетей, посредством которых можно будет предоставлять абонентам полный набор информационных услуг. Конвергенция технологий передачи различных видов информации делает эту задачу вполне реализуемой. Это позволит создавать вместо множества информационных сетей, опутывающих сегодня дом абонента, одну мультисервисную «суперсеть», в которой будут циркулировать все виды информации. Так же к такой сети можно подключить систему охранного видеонаблюдения и осуществлять обзор территории из любой ее точки. Да и в перспективе, такую сеть будет легче расширять и модернизировать, внедряя новые услуги, помимо тех, которые мы собираемся предоставить сразу.

В данной работе рассматривается проектирование в 80-ти квартирном 16-ти этажном жилом доме сети, включающей в себя такие услуги как Интернет, IP-телефония, цифровое телевидение и видеонаблюдение. Для реализации доступа абонентов к этим услугам, требуется спроектировать эффективную транспортную сеть, так как передача разнородного трафика связана с некоторыми сложностями. Так же будет проведен анализ рынка на наличие и стоимость оборудования, которое понадобится для построения сети. Сеть позволит объединить персональные компьютеры всех абонентов в доме, что позволит им беспрепятственно и удобно обмениваться различной информацией и данными.

1. Выбор архитектуры сети

1.1 Выбор технологии передачи данных

Анализ различной литературы по построению сетей и технологий передач информации [4], показал наличие, на данный момент, нескольких технологий передачи информации. Требуется выбрать наиболее приемлемую и перспективную для сети, так как сеть будет функционировать в течение довольно длительного времени. Особенно, нужно заострить внимание на возможностях той или иной технологии передавать такие виды трафика как голос, видео и данные, обеспечивая своевременную доставку пакетов. На данный момент существует 6 видов технологий передачи информации по сетям, это Ethernet, Arcnet, Token Ring, 100VG-AnyLAN, FDDI и ATM. Проведем анализ каждой из них.

Начнем с наиболее распространенной технологии Ethernet. Скорости, на которых осуществляются передачи данных, составляют 10/100/1000 Мбит/с, что удовлетворяет потребностям данной сети. Но, как известно, при передаче больших объемов информации, линия может быть перегружена, так как Ethernet не имеет функций предоставления уровней качества трафику, нуждающегося в нем. Для трафика, имеющего в своем составе видео и голосовые составляющие, это может создать задержки, и качество передачи может ухудшиться. Поэтому, технология Ethernet не может в полной мере обеспечить качественную передачу голоса и видео в реальном времени.

Сеть Arcnet (или ARCnet от английского Attached Resource Computer Net, компьютерная сеть соединенных ресурсов) - это одна из старейших сетей. Она была разработана компанией Datapoint Corporation еще в 1977 году. Международные стандарты на эту сеть отсутствуют, хотя именно она считается родоначальницей метода маркерного доступа. Несмотря на отсутствие стандартов, сеть Arcnet до недавнего времени (в 1980 - 1990 г.г.) пользовалась популярностью, даже серьезно конкурировала с Ethernet.

Большое количество компаний (например, Datapoint, Standard Microsystems, Xircom и др.) производили аппаратуру для сети этого типа. Но сейчас производство аппаратуры Arcnet практически прекращено. Среди основных достоинств сети Arcnet можно назвать ограниченную величину времени доступа, высокую надежность связи, простоту диагностики, а также сравнительно низкую стоимость адаптеров. К наиболее существенным недостаткам сети относятся низкая скорость передачи информации, равная 2,5 Мбит/с. В настоящее время происходит почти полный отказ от сети Arcnet. Существовали варианты сети Arcnet, рассчитанные на скорость передачи 20 Мбит/с, но они не получили широкого распространения. Исходя из этого, можно сделать вывод о невозможности использования данной технологии в связи с низкой пропускной способностью, которую она может обеспечить.

Сеть Token-Ring (маркерное кольцо) была предложена компанией IBM как надежная альтернатива Ethernet. Сеть Token-Ring в классическом варианте уступает сети Ethernet как по допустимому размеру, так и по максимальному количеству абонентов. Что касается скорости передачи, то в настоящее время имеются версии Token-Ring на обычную скорость 4 и 16 Мбит/с и на высокие скорости 100 Мбит/с (High Speed Token-Ring, HSTR) и на 1000 Мбит/с (Gigabit Token-Ring). По сравнению с аппаратурой Ethernet аппаратура Token-Ring заметно дороже, так как используется более сложный метод управления обменом, поэтому сеть Token-Ring не получила столь широкого распространения. Эта технология, так же как и Ethernet, не имеет специальных сервисов для предоставления качественной передачи трафика реального времени.

Разработанная и поддерживаемая компанией Hewlett-Packard, технология 100VG-AnyLAN не стала массовой на рынке скоростного оборудования ЛВС. Эта технология описана стандартом IEEE 802.12 и использует новый MAC-протокол, называемый DPAM (Demand Priority Access Method - доступ по приоритету запроса). Технология достаточно

хороша для критичных к задержкам приложений (multimedia или серверные группы) и обеспечивает возможность использования видео-приложений даже в сегментах с большим числом станций. Технология 100VG-AnyLAN имеет меньшую популярность среди производителей коммуникационного оборудования, чем конкурирующее предложение - технология Fast Ethernet. Компании, которые не поддерживают технологию 100VG-AnyLAN, объясняют это тем, что для большинства сегодняшних приложений и сетей достаточно возможностей технологии Fast Ethernet, которая не так заметно отличается от привычной для большинства пользователей технологии Ethernet. В более далекой перспективе эти производители предлагают использовать для мультимедийных приложений технологию ATM, а не 100VG-AnyLAN. Несмотря на достаточно малое распространение и слабую поддержку, технология 100VG-AnyLAN имеет ряд преимуществ перед Fast Ethernet при передаче чувствительного к задержкам трафика. Однако, новый протокол, ограниченные средства диагностики и отсутствие широкой поддержки ограничивают использование данного протокола. Данная технология обеспечивает практически стопроцентное использование полосы канала передачи даже для разделяемой среды, и поддерживает скорость 100 Мбит/с. Кроме того, 100VG-AnyLAN позволяет использовать более дешевый кабель категории 3. В связи с небогатым выбором устройств, ограниченной диагностикой и малым числом производителей данная технология не представляется перспективной, хоть в нее и входит функция приоритизации трафика, чувствительного к задержкам.

Технология FDDI является одной из наиболее распространенных магистральных технологий и используется в таком качестве уже достаточно давно. Протокол рассчитан на физическую скорость передачи информации 100 Мбит/с и предназначен для сетей с суммарной длиной до 100км (40 км для мультимодовых волокон) при расстоянии между узлами 2 км или более. Эффективность магистралей FDDI обусловлена беспристрастностью распределения доступа к среде на основе передачи маркеров и высокой

устойчивостью к сбоям и повреждениям. Технология FDDI использует вдвоенное оптическое кольцо, и топология связей устроена таким образом, что отказ в любом из узлов, из-за выхода из строя оборудования или отключения питания, не приведет к разрыву кольца, поток кадров автоматически пойдет в обход поврежденного участка. Эта технология по-прежнему остается дорогой и требует от администраторов наличия специальных знаний. За счет использования оптических кабелей FDDI поддерживает большую, чем Fast Ethernet или 100VG-AnyLAN, протяженность сети. За счет этого основным вариантом использования FDDI является организация магистралей. Однако, даже для магистралей более эффективным может оказаться использование ATM или менее дорогих технологий скоростных ЛВС. Данная технология так же неперспективна, так как она практически не развивается и в будущем может быть заменена на технологию ATM.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) является коммутируемой технологией, предназначенной для одновременной передачи голоса и данных в виде ячеек фиксированной длины равной 53 байта (5 байт - заголовок и 48 байт - передаваемая информация), что уменьшает время на обработку и позволяет обеспечить более равномерную загрузку процессора. Поскольку ATM радикально отличается от традиционных технологий ЛВС на основе коммутации пакетов без организации соединений, для реализации и поддержки сетей ATM требуется специальная подготовка персонала. Поскольку технология ATM обеспечивает более высокий уровень масштабирования и гарантированное качество обслуживания, ее применение быстро ширится. Особенно четко это проявляется в сетях с высокой нагрузкой и разнотипным трафиком (голос, данные, видео). Масштабируемость и простота перехода от Token-Ring делают технологию ATM эффективным решением для сетей. ATM поддерживает широкий диапазон скоростей 25, 155, 622, 2500 Мбит/с, также ведутся разработки протокола STM-64 который обеспечит скорость в 10 Гбит/с. Одной из

ключевых идей ATM является гарантия качества обслуживания, которая осуществляет четыре категории обслуживания.

Исходя из этого, можно использовать технологию ATM как основную среду передачи разнородного трафика. Данная технология является перспективной и в будущем, с увеличением спроса, цены на ATM оборудование будут приемлемы. Таким образом будет происходить постепенный переход на ATM линии и заранее выбрав эту технологию мы на долгое время забудем о модернизации сети.

Рассмотрим технологию ATM подробнее из литературы [5]. На рисунке 1 приведена схема передачи разнородного трафика через сеть при помощи технологии ATM.

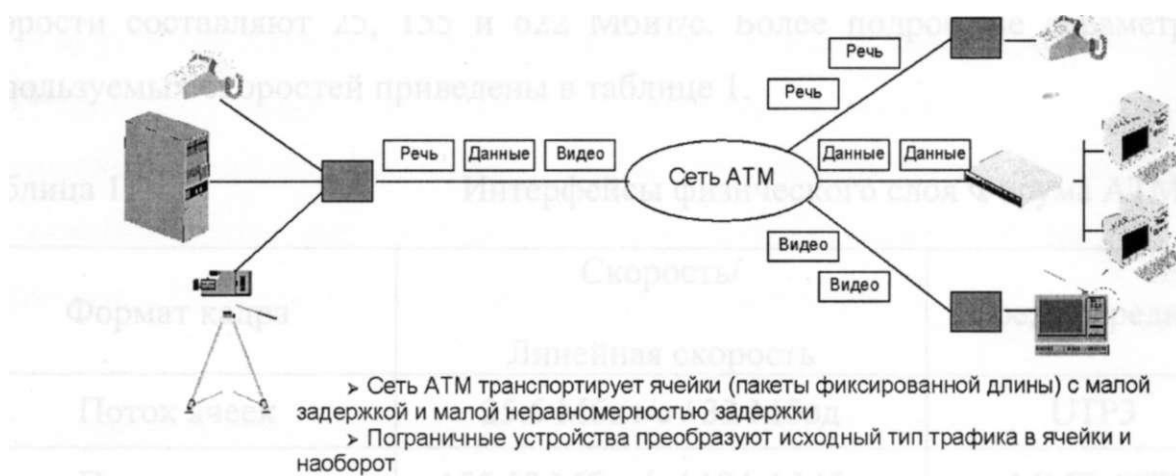


Рисунок 1. Сеть ATM интегрального обслуживания.

Технология асинхронного режима передачи ATM является альтернативой технологии Ethernet, разработанная как единый универсальный транспорт для нового поколения сетей с интеграцией услуг, которые называются широкополосными сетями ISDN (Integrated Service Digital Network - Интегральная цифровая сеть связи). Технология ATM с самого начала разрабатывалась как технология, способная обслужить все виды трафика в соответствии с их требованиями.

Архитектура (модель) АТМ разработана организациями по стандартизации ANSI, ITU и АТМ Forum. Данная модель состоит из трех уровней:

- а) физического;
- б) уровня АТМ;
- в) уровня адаптации АТМ.

Стандарты АТМ для физического уровня определяют, как получать биты из среды передачи, преобразовывать их в ячейки и посылать эти ячейки уровню АТМ. Кроме того, они описывают, какие кабельные системы должны использоваться в сетях АТМ и с какими скоростями может работать АТМ при каждом типе кабеля. На сегодняшний день наиболее распространенные скорости составляют 25, 155 и 622 Мбит/с. Более подробные параметры используемых скоростей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Интерфейсы физического слоя Форума АТМ

Формат кадра	Скорость/ Линейная скорость	Среда передачи
Поток ячеек	25.6 Мбит/с / 32 Мбод	UTP3
Поток ячеек	155.52 Мбит/с / 194.4 Мбод	MMF, STP
STS-1	51.84 Мбит/с	UTP3
STM-1, STS-3c	155.52 Мбит/с	UTP5, SMF, MMF
STM-4, STS-12	622.08 Мбит/с	SMF, MMF
DS-1	1.544 Мбит/с	TP
DS-3	44.736 Мбит/с	CP
E1	2.048 Мбит/с	TP, CP
E3	34.368 Мбит/с	CP
J2	6.312 Мбит/с	CP

UTP3 - неэкранированный симметричный кабель категории 3;
UTP5 - неэкранированный симметричный кабель категории 5e;
STP - неэкранированный симметричный кабель;
MMF - многомодовое оптоволокно;
SMF - одномодовое оптоволокно;
TP - симметричный кабель;
CP - коаксиальный кабель.

Стандарты для уровня АТМ описывают механизмы:

- а) получения ячеек;
- б) формирования заголовков и отправки ячеек уровню адаптации АТМ;
- в) установки соединения с требуемым качеством сервиса (QoS).

Уровень адаптации АТМ и качество сервиса. В эталонной семиуровневой модели ISO/OSI стандарты для сетевого уровня определяют, как осуществляется маршрутизация пакетов и управление ими. На уровне адаптации АТМ выполняются три аналогичные функции:

- а) форматируются пакеты;
- б) предоставляется информация для уровня АТМ, которая дает возможность устанавливать соединения с определенным качеством сервиса;
- в) предотвращаются "заторы".

Уровень адаптации АТМ состоит из пяти протоколов, называемых протоколами AAL. Эти протоколы принимают ячейки с уровня АТМ, формируют из них данные и передают эти данные на более высокий уровень. Когда протоколы AAL получают данные с более высокого уровня, они разбирают их на ячейки и передают их уровню АТМ.

Уровень адаптации АТМ определяет также четыре категории сервиса:

- а) постоянная скорость передачи (Constant Bit Rate, CBR);
- б) переменная скорость передачи (Variable Bit Rate, VBR);
- в) неопределенная скорость передачи (Unspecified Bit Rate, UBR);
- г) доступная скорость передачи (Available Bit Rate, ABR).

CBR (constant bit rate - сервис с постоянной битовой скоростью) позволяет заказывать пиковую скорость трафика ячеек (peak cell rate - PCR), которая определяет максимальную скоростью передачи информации, поддерживаемую соединением. Этот уровень сервиса предназначен специально для передачи голоса и видео в масштабе реального времени.

VBR (variable bit rate - сервис с переменной битовой скоростью) включает в себя два подкласса: передачу трафика VBR реального времени (VBR-RT) и трафика, не требующего реального времени (VBR-NRT). Для трафика VBR-RT допустимы очень узкие границы задержек - передачи. Соответствующий сервис может использоваться для передачи данных от приложений реального времени, для которых не критичны лишь небольшие изменения значений задержки. Трафик VBR-NRT, в свою очередь, предъявляет менее жесткие требования к задержке передачи. Сервис VBR-RT специально предназначен для передачи коротких пульсирующих сообщений, таких как транзакции в системах управления базами данных.

В отличие от CBR и VBR сервис UBR (unspecified bit rate - неопределенная битовая скорость) не определяет ни битовую скорость, ни параметры трафика, ни качество сервиса. Он предлагает только доставку 'по возможности', без гарантий, связанных с утерей ячеек, их задержками или диапазоном изменения значений задержки.

Сервис ABR (available bit rate) подобен сервису UBR, но в нем используется техника управления трафиком для оценки степени переполнения сети, что позволяет избегать потери ячеек. ABR - воистину первый класс сервиса технологии ATM, который действительно обеспечивает надежный транспорт для приложений с пульсирующим

трафиком. Он позволяет находить неиспользуемые интервалы в трафике и заполнять их своими пакетами, если другим классам сервиса эти интервалы не нужны. За счет возможностей технологии АТМ, в резервировании полосы,

У данной технологии есть большой недостаток, который заключается в высокой цене АТМ оборудования. В связи с этим, на ее основе, мы реализуем только магистральную часть сети, а доступ абонентов к сети осуществим при помощи коммутаторов, имеющих восходящий порт АТМ и нисходящие порты Ethernet. Это позволит сохранить высокую скорость и уровень качества передачи трафика. Так же это позволит избежать огромных затрат на абонентское АТМ оборудование и облегчить доступ к сети, используя наиболее распространенное сетевое оборудование на основе Ethernet.

1.2 Выбор топологии сети

Немаловажным фактором в организации сети является выбор ее топологии, так как неправильно выбранная топология сети приведет к неэффективному использованию сетевых ресурсов. У каждой топологии есть свои преимущества и недостатки. Обзор литературы [6] и [7] показал, что применяется 4 вида топологии сетей. Проведем анализ наиболее распространенных, на данный момент, типов топологий сетей.

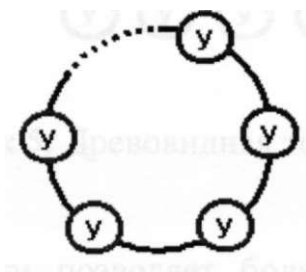
Линейная топология сети содержит только два конечных узла, любое число промежуточных узлов и имеет только один путь между любыми двумя узлами (рисунок 2). Эта топология предполагает использование сквозных сетевых карт в абонентском устройстве и применяется в небольших сетях.



Рисунок 2. Линейная топология сети.

В связи с большим количеством оконечного оборудования и больших нагрузках на линиях, данная топология неприменима к нашей сети.

Кольцевая топология сети предусматривает присоединение к каждому узлу только двух ветви (рисунок 3). Преимущество такой сети заключается в том, что при выходе из строя одного из узлов, сеть не теряет свою работоспособность и данные циркулируют по обходному пути



Хотя данная топология уменьшает нагрузку на линии связи между узлами, она также не применима к проектируемой сети в связи с большим количеством оконечного оборудования.

Звездообразная топология сети предусматривает только один промежуточный узел (рисунок 4).

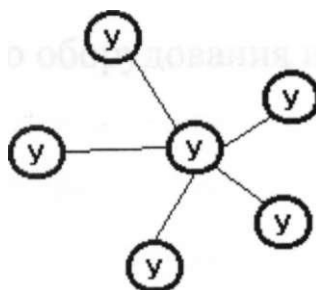


Рисунок 4. Звездообразная топология сети.

Данная топология не подходит к нашей сети, так как проектируемая сеть реализована на двух типах технологий передачи данных и это предполагает, что число промежуточных узлов более одного.

Древовидная топология сети содержит более двух конечных узлов и по крайней мере два промежуточных узла, и в которой между двумя узлами имеется только один путь (рисунок 5).

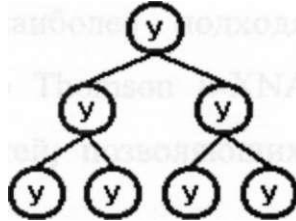


Рисунок 5. Древовидная топология сети.

Данная топология сети позволяет более равномерно распределить нагрузку в линиях и узлах. Так же наличие промежуточных узлов позволит осуществить переход от АТМ-магистрали к абонентской стороне, основанной на сети Ethernet. Так же преимуществом этой топологии является возможность наращивания сети с добавлением других промежуточных и конечных узлов. Следовательно, древовидная топология в большей степени подходит для организации проектируемой сети, так как она удовлетворяет предъявленным требованиям.

2. Выбор конечного оборудования и реализуемых сервисов

2.1 Головная станция

Для данной сети, более эффективно, будет установить головную станцию, для предоставления цифрового телевидения, непосредственно в здании с абонентами, чтобы разгрузить линию, идущую от провайдера к дому абонентов. Головная станция обеспечит абонента качественным телевизионным контентом и предоставит широкий спектр программ. Она будет осуществлять прием не только цифрового телевидения со спутника, но

и аналогового телевидения из местного эфира. В ее функции будет входить формирование многопрограммного потока, который будет транслироваться в сеть.

Проведя анализ литературы [8] и [9] и представляемой на рынке продукции, был выбран наиболее подходящий по параметрам и реализуемым сервисам адаптер Thomson μ -XNA 4610 (рисунок 6). Этот адаптер имеет ряд возможностей, позволяющих реализовать трансляцию телевидения в сеть.



Рисунок 6. Адаптер μ -XNA 4610.

Адаптер μ -XNA 4610 имеет четыре ASI входа, из которых в адаптер поступает многопрограммный цифровой телевизионный поток, имеющий формат MPEG-2. Приняв сигналы с портов, адаптер мультиплексирует их в один многопрограммный поток, содержащий до 32 каналов, и инкапсулирует его в IP-пакеты.

Преимуществом адаптера является возможность вещать пакеты в режиме многоадресной передачи (Multicast). Эта технология разрабатывалась для обеспечения более эффективной рассылки информации по IP-адресам, чем традиционные методы одноадресной и широковещательной передачи. При одноадресной передаче двухточечные соединения устанавливаются между каждым отправителем и получателем - даже если один отправитель посылает одно и то же сообщение или файл нескольким получателям. При всей своей эффективности для коммуникации каждого с каждым, например для электронной почты или просмотра телевизионных программ, одноадресная передача понапрасну расходует пропускную способность, когда одинаковые пакеты необходимо отправить нескольким конечным станциям. В случае многоадресной передачи отправитель передает

сообщение только один раз, затем оно тиражируется и доставляется только абонентам, являющимся членами данной группы многоадресной рассылки. Такой режим экономит пропускную способность за счет передачи только того трафика, который необходим.

Так же положительной стороной адаптера является АТМ интерфейс, который поддерживает все его уровни. Это позволяет напрямую подключиться к АТМ сети, используя симметричный или оптоволоконный кабель. Управление и настройка адаптера осуществляется оператором через интерфейс RS-232, а корпус имеет размер 1U для установки в 19-дюймовый шкаф.

Так как TV сигналы принимаются со спутниковой антенны Gibertini PL 120A и эфирной антенн FUNKE DSR 1925, то требуются специальные устройства, которые будут преобразовывать принятые сигналы в многопрограммный цифровой ASI поток, имеющий формат MPEG-2.

Для демодуляции цифрового сигнала будет применен ресивер QPD 8510 (рисунок 7).

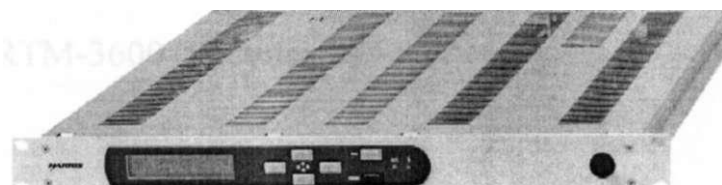


Рисунок 7. Ресивер QPD 8510.

Он принимает сигнал со спутниковой антенны и выделяет до восьми каналов, сжатых в формате MPEG-2. Далее он формирует из них многопрограммный поток и отправляет на ASI-выход. Управление демодулятором осуществляется с лицевой панели, имеющей клавиатуру и жидкокристаллический дисплей, или через параллельный порт. Корпус имеет размер 1U для установки в 19-дюймовую стойку.

Для демодуляции аналогового высокочастотного сигнала с эфирной антенны будет применен кодер MPEG-2 SV-1821 (рисунок 8).

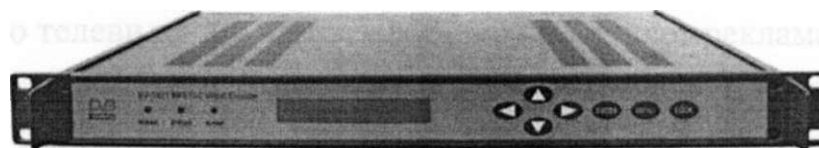


Рисунок 8. Кодер SV-1821.

Кодер MPEG-2 SV-1821 полностью соответствует стандарту DVB вещания в реальном режиме времени. Кодер используется для преобразования и компрессии видео и аудио сигналов в однопрограммный транспортный поток и передачи этого потока для дальнейшего мультиплексирования. MPEG -2 кодеры широко применяются в цифровом телевидении, в системах мониторинга, для передачи изображения и звука в телевизионных центрах и локальных кабельных сетях. Он принимает SECAM сигнал с эфирной антенны, демодулирует его и сжимает в формат MPEG-2. Затем он преобразует его в однопрограммный ASI поток, который поступает на выход. Для объединения нескольких ASI потоков будет применен мультиплексор RTM-3600 (Рисунок 9).

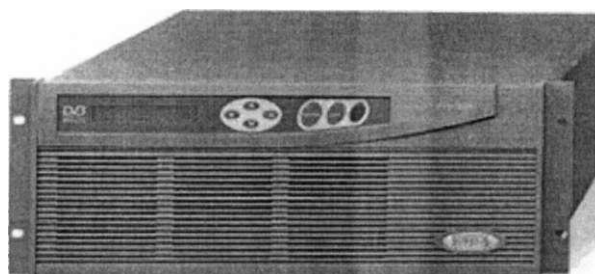


Рисунок 9. Мультиплексор RTM-3600.

Мультиплексор способен принимать и мультиплексировать до восьми каналов в один поток. Управление кодером и мультиплексором осуществляется с лицевой панели, имеющей клавиатуру и

жидкокристаллический дисплей, или оператором через параллельный порт. Корпус имеет размер 1U для установки в 19-дюймовую стойку.

В связи с тем, что большинство каналов местного вещания не имеет вставок местного телевидения, или эти вставки составляет реклама, то можно принимать их со спутника, тем самым сократив затраты на кодеры SV-1821. Так как основной местный 3-й канал «ОТВ-Прим» транслируется со спутника, то всего каналов, имеющих вставки местного телевидения, равно четырем: 2-й канал «Россия-ПТР», 10-й канал «новая волна-ТНТ», 23-й канал «Лица-ТВЦ» и 36-й канал «REN TV». Так как общее число каналов достигает 32, то мы устанавливаем четыре ресивера QPD 8510, один мультиплексор RTM-3600 и четыре кодера MPEG-2. Таким образом, 4 канала мы берем из местного вещания и 28 каналов со спутника. Для приема сигналов можно использовать только одну спутниковую и одну эфирную антенну. Для этого будут применены специальные сплиттеры, для эфирной антенны сплиттер FSP-4 с четырьмя выходами и для спутниковой антенны сплиттер HSTS-0408 с четырьмя выходами.

Все вышеперечисленное оборудование монтируется в 19-дюймовый шкаф, размером в 15U. Так же в шкаф устанавливается 19-дюймовая оптическая патч-панель, для подключения к магистральному коммутатору. Общая схема головной станции приведена в приложении А.

2.2 Выбор конфигурации системы видеонаблюдения

Система видеонаблюдения поможет осуществлять охрану прилегающей территории или автостоянки, так же через персональный компьютер родители могут проводить своих детей на детской площадке. На сегодняшний момент существует множество различных систем и их конфигураций. Проведя анализ наиболее распространенных из них, мы выбрали систему Video WARE на сайте [10] (рисунок 10).



Эта система видеонаблюдения примечательна тем, что она основанна на технологии ATM и предназначена для развертывания систем охранного телевидения. Система объединяет в себе возможности передачи высококачественного видео с дистанционным управлением видеокамерами. Система отличается простотой использования, универсальностью и полной защищенностью от несанкционированного доступа.

Основные преимущества:

- а) Отсутствие ограничений на расстояния между оператором и объектом наблюдения.
- б) Отсутствие помех, наводок и деградации видеосигнала на длинных линиях.
- в) Сервер управления и пост видеонаблюдения могут быть размещены в любой точке сети.
- г) Защита от несанкционированного доступа.
- д) Возможность передачи высококачественного звука одновременно с изображением.

Оператор имеет возможность выбрать камеру, или несколько из имеющихся, для отображения видеосигнала на экране. Графический интерфейс, манипулятор «джойстик» или стандартная клавиатура обеспечивают возможность полнофункционального дистанционного управления исполнительными механизмами, такими, как поворотное устройство, управляемый объектив, локальное освещение и т.п. Одновременно существует возможность передачи высококачественного звука.

Система Video Ware в базовой конфигурации состоит из программного обеспечения сервера, программного обеспечения рабочего места поста наблюдения, видеокамер с поворотными устройствами, размещенных на объектах наблюдения, конвертера интерфейса управления видеокамерами. Будут использоваться камеры видеонаблюдения Germikom GS 40. Уличные цветные высокочувствительные камеры видеонаблюдения высокого разрешения с функцией день/ночь (рисунок 11). Для каждой видеокамеры устанавливается блок питания на 12 вольт.



Рисунок 11. Видеокамера Germikom GS 40.

Рабочим местом оператора могут быть персональный компьютер, видеомонитор или телевизор. При использовании персонального компьютера в качестве поста наблюдения, программное обеспечение оператора Video Ware устанавливается непосредственно на компьютер. Очень простой и удобный для использования графический интерфейс обеспечивает прямой

доступ ко всем функциям управления Video Ware и отображению видеоизображения на экране монитора компьютера. Для управления поворотными устройствами могут использоваться манипулятор «джойстик», графический интерфейс или стандартная клавиатура.

При выводе изображения на телевизор или Видеомонитор, ATM-поток принимается устройством видеодоступа ATV-300 (декодер). В этом случае устройством управления является PC или PC- контроллер. При этом возможен любой тип IP-соединения к серверу Video Ware, включая LAN, арендованную линию или Internet. Если в системе присутствуют два или более поста наблюдения, будут выполняться необходимые уровни доступа и приоритеты.

Базовая конфигурация Video Ware состоит из программного обеспечения сервера видеуправления и программного обеспечения оператора, имеющих лицензию на управление одним кодером AVA-300 с шестью подсоединенными камерами. В случае необходимости, базовая конфигурация может быть расширена путем добавления необходимого числа кодеров AVA-300 и обновления программного обеспечения сервера до необходимого числа лицензий.

Для проектируемой системы достаточно одного кодера AVA-300 с шестью камерами: пять видеокамер будут распределены по периметру дома и одна будет установлена в подъезде. Данный кодер имеет размер 2U для установки в 19" шкаф. Общая схема конфигурации системы видеонаблюдения приведена в приложении Б.

2.3 Организация доступа к IP-телефонии и Интернету

Предоставление услуг IP-телефонии и Интернета, является задачей провайдера, а мы лишь выдвигаем требования к пропускной способности линии. К дому подводится линия ATM с пропускной способностью 155,52 Мбит/с. Из которых 80 каналов и 1 канал на пост видеонаблюдения

отводится на IP-телефонию и оставшаяся полоса распределена между абонентами для доступа в Интернет. Исходя из изученной литературы [11] IP-телефония занимает полосу 64 кбит/с. Подробный расчет полосы, занимаемой каждым абонентом в линии, произведем в следующем разделе.

2.4 Выбор абонентского оборудования

Так как с помощью коммутаторов мы переходим от АТМ к Ethernet, то и абонентское оборудование должно иметь интерфейс Ethernet. Для использования Интернета и системы видеонаблюдения абонент может использовать персональный компьютер или ноутбук, оснащенный сетевой картой. Абонент сможет выбрать одну из шести видеокамер и просматривать принимаемое с нее изображение.

Для осуществления телефонной связи будет применен IP-телефон Cisco 7902G (рисунок 12). Этот IP-телефон является простым и недорогим решением для обычного абонента.



Рисунок 12. IP-телефон Cisco 7902G.

Основные функции:

а) Одна логическая линия (Directory Number) с возможностью принимать два вызова при использовании функции Call Waiting

б) Автоматическая конфигурация приоритезации и VLAN-транкинга на стыке с коммутатором (IEEE 802.1pq)

в) Отдельный порт 10BaseT Ethernet

г) Встроенная поддержка inline power (вариант Cisco Systems), то есть питания через сеть.

Для просмотра цифрового телевидения в квартире абонента устанавливается цифровая приставка для IPTV (set-top-box). Проведя анализ рынка предлагаемого на данный момент оборудования для просмотра IPTV, наиболее распространенной является абонентская приставка AmiNET10 (рисунок 13). Данная приставка способна принимать IP-поток и декодировать его в аналоговые аудио/видео сигналы.



Рисунок 13. Цифровая приставка AmiNET10.

Основные характеристики:

а) Интерфейс 10/100BaseT

б) MPEG2 видео декодирование

в) Multicast (IGMP) интерфейс HTML, JavaScript

г) Инфракрасный пульт дистанционного управления (опционально инфракрасная клавиатура)

д) Различные выходы аудио и видео: Composite, Scart, RGB, SP-DIF, форматы 4:3 и 16:9

Данный адаптер является наиболее распространенным в России и давно пользуется большой популярностью. Является эффективным и недорогим решением для абонента. Общая схема абонентского оборудования приведена в приложении В.

3. Расчет магистрально-распределительной сети

3.1 Расчет передаваемого трафика через сеть

Для передачи всех услуг, в которых нуждается абонент, требуется спроектировать транспортную сеть, с высокой пропускной способностью и отказоустойчивостью, так как передача видео через сеть всегда связана со значительными нагрузками на нее. Анализ литературы [12] и [13] показал, что расчет передаваемого трафика через сеть лучше начать с вычисления нагрузки, создаваемой предоставляемыми услугами.

3.1.1 Расчет телевизионного трафика

Телевизионный сигнал, сжатый в формате MPEG-2 имеет следующие параметры:

- а) скорость передачи изображения 25 кадров/с;
- б) размер кадра 80 кбит.

Следовательно, полоса, занимаемая 32 телевизионными каналами, вычисляется по формуле 1:

$$P_{\text{кан}} = k \cdot V \cdot D, \quad (1)$$

где $\Pi_{кан}$ - скорость передачи всех телеканалов, Мбит/с;

k - число телевизионных каналов;

V - скорость передачи изображения, кадр/с;

D - размер кадра, кбит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$\Pi_{кан} = 64 \text{ Мбит/с.}$$

Далее поток MPEG-2 инкапсулируется в АТМ-ячейки (рисунок 14). Так как ячейка имеет заголовок и информационное поле (всего 53байта или 424бита), размер потока немного увеличится. Ячейка АТМ имеет следующие параметры:

а) размер заголовка 5 байт (40 бит);

б) размер нагрузки 48 байт (384 бита).

Заголовок 5 байт	Нагрузка 48 байт
---------------------	---------------------

Рисунок 14. Ячейка АТМ

Таким образом, можно вычислить число ячеек, требуемых для передачи всего потока за секунду, по формуле 2:

$$N = \Pi_{кан} / r, \tag{2}$$

где N - число ячеек;

$\Pi_{кан}$ - скорость передачи всех телеканалов, бит/с;

r - размер нагрузки в ячейке, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$N = 166666.67 \text{ ячеек.}$$

Так как число ячеек должно быть целым, то округляем полученное значение в сторону увеличения: 166667 ячеек.

Далее вычислим создаваемую нагрузку на линию IP-потокom разбитым на ячейки по формуле 3:

$$P_{ик} = N \cdot z + P_{кан}, \quad (3)$$

где $P_{ик}$ - скорость инкапсулированного телевизионного потока, Мбит/с;

N - число ячеек;

z - размер заголовка ячейки, байт;

$P_{кан}$ - скорость передачи всех телеканалов, бит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{ик} = 70,67 \text{ Мбит/с.}$$

В технологии АТМ предусмотрено множество интерфейсов передачи ячеек. На данный момент в сетях используются следующие интерфейсы передачи информации. И исходя из полученной нагрузки на транспортную линию, целесообразно будет выбрать протокол STM-1. Данный протокол имеет структуру таблицы из 270 столбцов, десять из которых идут на служебную информацию, и 9 строк. Каждая ячейка таблицы представляет собой один байт, несущий информацию со скоростью 64 кбит/с. Он обеспечивает передачу данных со скоростью 155,52 Мбит/с и имеет структуру представленную на рисунке 15.



Рисунок 15. Структура кадра STM-1

Таким образом, к инкапсулированному телевизионному потоку прибавится размер заголовка кадра STM-1 и конечная скорость потока рассчитывается по формуле 4:

$$P_{TV} = P_{ук} + a \cdot b \cdot c, \quad (4)$$

где P_{TV} - скорость телевизионного потока в кадре STM-1, Мбит/с;

$P_{ук}$ - скорость инкапсулированного телевизионного потока, Мбит/с;

a - число столбцов заголовка;

b - число строк заголовка;

c - скорость передачи ячейки таблицы, бит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{TV} = 76,43 \text{ Мбит/с.}$$

Так как на стороне абонента используется оборудование Ethernet, то требуется так же посчитать скорость потока в формате кадров Ethernet (рисунок 16) имеющих среднюю длину (длина информационного поля в кадре равна 6000 бит). Кадр Ethernet имеет следующие параметры:

- а) длина преамбулы 64 бита;
- б) длина заголовка 112 бит;
- в) длина контрольной суммы 32 бита;
- г) длина межкадрового интервала 96 бит.

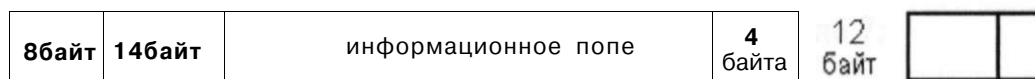


Рисунок 16. Структура кадра Ethernet

Вычислим число кадров Ethernet для передачи всех телеканалов по следующей формуле 5:

$$N = \Pi_{\text{кан}} / l_{\text{инф}} \quad (5)$$

где N - число кадров Ethernet;

$\Pi_{\text{кан}}$ - скорость передачи всех телеканалов, Мбит/с;

$l_{\text{инф}}$ - длина информационного поля, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$N = 10666,667.$$

Так как число кадров должно быть целым, то округляем полученное значение в сторону увеличения: 10667 кадров.

Вычислим полный размер служебной информации кадра Ethernet по следующей формуле 6:

$$l_{\text{слу}} = l_{\text{пре}} + l_{\text{заг}} + l_{\text{кон}} + l_{\text{инт}} \quad (6)$$

где $l_{\text{кад}}$ - длина кадра, бит;

$l_{\text{пре}}$ - длина преамбулы, бит;

$l_{\text{заг}}$ - длина заголовка, бит;

$l_{\text{кон}}$ - длина контрольной суммы, бит;

$l_{\text{инт}}$ - длина межкадрового интервала, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$l_{\text{слу}} = 304 \text{ бит.}$$

Таким образом, можно вычислить полный размер потока всех телеканалов, передающихся в кадрах Ethernet, по формуле 7:

$$\Pi_{\text{TVeth}} = N \cdot l_{\text{слу}} + \Pi_{\text{кан}}, \quad (7)$$

где Π_{TVeth} - скорость телевизионного потока в кадрах Ethernet, Мбит/с;

N - число кадров;

$l_{\text{слу}}$ - размер служебной информации, бит;

$\Pi_{\text{кан}}$ - скорость передачи всех телеканалов, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$\Pi_{\text{ТВeth}} = 67.24 \text{ Мбит/с.}$$

3.1.2 Расчет трафика видеонаблюдения

В системе видеонаблюдения формирование потока видео происходит следующим образом. Кодер АВА-300 принимает композитный аудио/видео сигналы с видеокамеры и сжимает его в следующем виде:

- а) скорость передачи изображения 12 кадров/с;
- б) размер кадра 80 кбит.

Всего к кодеру подключается 6 видеокамер, следовательно, занимаемая полоса вычисляется по формуле 8:

$$\Pi_{\text{vid}} = k_v \cdot V_v \cdot D_v \cdot d, \tag{8}$$

где Π_{vid} - скорость передачи видеоканалов, Мбит/с;

V_v - скорость передачи изображения, кадр/с;

D_v - размер кадра, кбит;

d - число видеоканалов.

Проведем расчет и получим следующие значения:

- а) для одного видеоканала:

$$\Pi_{\text{vid}} = 0.96 \text{ Мбит/с.}$$

- б) для 6 видеоканалов:

$$\Pi_{\text{vid}} = 5.76 \text{ Мбит/с.}$$

Расчет скорости передачи видео для одного и шести видеоканалов произведен отдельно, так как абонент может одновременно смотреть только один из шести каналов, а пост охранного видеонаблюдения будет отслеживать сразу все каналы.

Далее поток видеоканалов инкапсулируется в АТМ-ячейки и их число вычислим по формуле 9:

$$N = \Pi_{vid} \cdot d / r, \quad (9)$$

где N - число ячеек;

Π_{vid} - скорость передачи видеоканала, бит/с;

d - число видеоканалов;

r - размер нагрузки в ячейке, бит.

Проведем расчет и получим следующие значения:

а) для одного видеоканала:

$$N = 2500 \text{ ячеек.}$$

б) для 6 видеоканалов:

$$N = 15000 \text{ ячеек.}$$

Далее вычислим создаваемую нагрузку на линию IP-поток разбитым на ячейки по формуле 10:

$$\Pi_{iv} = N \cdot z + \Pi_{vid} \cdot d, \quad (10)$$

где Π_{iv} - скорость инкапсулированного потока видеоканалов, Мбит/с;

N - число ячеек;

z - размер заголовка ячейки, байт;

Π_{vid} - скорость передачи видеоканалов, бит/с;

d - число видеоканалов.

Проведем расчет и получим следующие значения:

а) для одного видеоканала:

$$\Pi_{iv} = 1.06 \text{ Мбит/с.}$$

б) для 6 видеоканалов:

$$\Pi_{iv} = 6.36 \text{ Мбит/с.}$$

К инкапсулированному потоку видеоканалов прибавится размер заголовка кадра STM-1 и конечная скорость потока рассчитывается по формуле 11:

$$\Pi_{VID} = \Pi_{vid} \cdot d + a \cdot b \cdot c, \quad (11)$$

где Π_{VID} - скорость потока видеоканалов в кадре STM-1, Мбит/с;

Π_{vid} - скорость инкапсулированного потока видеоканалов, Мбит/с;

d - число видеоканалов;

a - число столбцов заголовка;

b - число строк заголовка;

c - скорость передачи ячейки таблицы, бит/с.

Проведем расчет и получим следующие значения:

а) для одного видеоканала:

$$\Pi_{VID} = 6,82 \text{ Мбит/с.}$$

б) для 6 видеоканалов:

$$\Pi_{VID} = 12,12 \text{ Мбит/с.}$$

Так как на стороне абонента используется персональный компьютер с портом Ethernet, то требуется так же посчитать скорость потока в формате кадров Ethernet имеющих среднюю длину (длина информационного поля в кадре равна 6000 бит). Вычислим число кадров Ethernet для передачи одного видеоканала по следующей формуле 12:

$$N = \Pi_{vid} / l_{инф}, \quad (12)$$

где N - число кадров Ethernet;

Π_{vid} - скорость передачи одного видеоканала, Мбит/с;

$l_{инф}$ - длина информационного поля, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$N = 160.$$

Таким образом, можно вычислить полный размер потока одного видеоканала, передающегося в кадрах Ethernet, по формуле 13:

$$\Pi_{VIDeth} = N \cdot l_{слу} + \Pi_{vid}, \quad (13)$$

где Π_{VIDeth} - скорость потока видеоканала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

N - число кадров;

$l_{слу}$ - размер служебной информации, бит;

Π_{vid} - скорость передачи одного видеоканала, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$\Pi_{VIDeth} = 1,00864 \text{ Мбит/с.}$$

3.1.3 Расчет трафика IP-телефонии

Для передачи голосового сигнала через сеть, абонент использует IP-телефон. Он инкапсулирует сигнал в Ethernet кадры и передает их в сеть со скоростью 64 кбит/с. Вычислим размер информационного поля в кадрах Ethernet по следующей формуле 14:

$$l_{инф} = l_{кад} - l_{пре} - l_{заг} - l_{кон} - l_{итт}, \quad (14)$$

где $l_{инф}$ - размер информационного поля, бит;

$l_{кад}$ - длина кадра, бит;

$l_{пре}$ -длина преамбулы, бит;

$l_{заг}$ - длина заголовка, бит;

$l_{кон}$ - длина контрольной суммы, бит;

$l_{инт}$ - длина межкадрового интервала, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$l_{шф} = 63696 \text{ бит.}$$

Следовательно, эффективная скорость передачи голоса равна 63696 бит/с. Так как мы используем технологии ATM и Ethernet, то пересчитаем трафик для передачи голоса в виде ячеек ATM по формуле 15:

$$N = V_{шф} / r, \tag{15}$$

где N - число ячеек;

$V_{шф}$ - эффективная скорость передачи голоса, бит/с;

r - размер нагрузки в ячейке, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$N = 165,875 \text{ ячеек.}$$

Так как число ячеек должно быть целым, то округляем полученное значение в сторону увеличения: 166 ячеек, и вычисляем занимаемую полосу голосового сигнала инкапсулированного в ячейки по формуле 16:

$$П_{тел} = N \cdot z + V_{шф}, \tag{16}$$

где $П_{тел}$ - скорость инкапсулированного голосового сигнала, кбит/с;

N - число ячеек;

z - размер заголовка ячейки, байт;

$V_{шф}$ - эффективная скорость передачи голоса, бит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{тел}} = 70,336 \text{ кбит/с.}$$

3.1.4 Расчет Интернет трафика

Для Интернета мы используем оставшуюся (от 155,52 Мбит/с) полосу в линии, идущей от провайдера, которую мы распределим между 80-ю абонентами. Рассчитаем полосу, занимаемую каналом Интернета на каждого абонента, по формуле 17:

$$P_{\text{инт}} = \frac{P_{\text{лин}} - P_{\text{тел}} \cdot A_{\text{тел}} - G}{A_{\text{инт}}}, \quad (17)$$

где $P_{\text{инт}}$ - полоса, занимаемая каналом Интернета на абонента, Мбит/с;

$P_{\text{лин}}$ - пропускная способность в линии, Мбит/с;

$P_{\text{тел}}$ - скорость инкапсулированного голосового сигнала, Мбайт;

$A_{\text{тел}}$ - число абонентов 1Р-телефонии;

G - размер служебной информации в кадре STM-1;

$A_{\text{инт}}$ - число абонентов Интернета.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{инт}} = 1,800785 \text{ Мбит/с.}$$

Так как данное значение посчитано в сети АТМ, а абонент использует персональный компьютер с портом Ethernet, то пересчитаем трафик для кадров Ethernet. Но сначала вычислим полезную полосу в Интернет-канале. Определим число ячеек, используемых для передачи одного Интернет-канала, по формуле 18:

$$N = P_{\text{инт}} / l_{\text{яч}}, \quad (18)$$

где N - число ячеек;

$\Pi_{\text{ИНТ}}$ - скорость передачи Интернет-канала, Мбит/с;

$l_{\text{яч}}$ - длина ячейки, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$N = 4247,134.$$

Так как число ячеек должно быть целым, то округляем полученное значение в сторону увеличения: 4248 ячейка, и вычисляем полезную полосу в Интернет-канале по формуле 19:

$$\Pi_{\text{ИНТ.пол}} = \Pi_{\text{ИНТ}} - N \cdot z, \quad (19)$$

где $\Pi_{\text{ИНТ.пол}}$ - полезная полоса в Интернет-канале, Мбит/с;

$\Pi_{\text{ИНТ}}$ - скорость передачи Интернет-канала, Мбит/с;

N - число ячеек;

z - размер заголовка ячейки, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$\Pi_{\text{ИНТ.пол}} = 1,630856 \text{ Мбит/с.}$$

Далее определим число кадров Ethernet средней длины, используемых для передачи Интернет-канала, по формуле 20

$$N = \Pi_{\text{ИНТ.пол}} / l_{\text{инф}}, \quad (20)$$

где N - число кадров Ethernet;

$\Pi_{\text{ИНТ.пол}}$ - полезная полоса в Интернет-канале, Мбит/с;

$l_{\text{инф}}$ - длина информационного поля, бит.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$N = 271,8108.$$

Так как число кадров должно быть целым, то округляем полученное значение в сторону увеличения: 272 кадра. Таким образом, можно вычислить

размер потока одного Интернет-канала, передающегося в кадрах Ethernet, по формуле 21:

$$P_{\text{ИНТ.eth}} = N \cdot l_{\text{слу}} + P_{\text{ИНТ.пол}}, \quad (21)$$

где $P_{\text{ИНТ.eth}}$ - скорость потока Интернет-канала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

N - число кадров;

$l_{\text{слу}}$ - размер служебной информации, бит;

$P_{\text{ИНТ.пол}}$ - полезная полоса в Интернет-канале, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{ИНТ.eth}} = 1,713553 \text{ Мбит/с.}$$

Таким образом, вычислив все потребности каждого вида услуг, можно рассчитать общую нагрузку на сеть, создаваемую одним абонентом в сети Ethernet по формуле 22:

$$P_{\text{абон}} = P_{\text{ИНТ.eth}} + P_{\text{ТЕЛ}} + P_{\text{VIDeth}} + P_{\text{TVeth}}, \quad (22)$$

где $P_{\text{абон}}$ - общая нагрузка создаваемая одним абонентом, Мбит/с;

$P_{\text{ИНТ.eth}}$ - скорость потока Интернет-канала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

$P_{\text{ТЕЛ}}$ - скорость телефонного трафика в кадрах Ethernet, Мбит/с;

P_{VIDeth} - скорость потока видеоканала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

P_{TVeth} - скорость телевизионного потока в кадрах Ethernet, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{абон}} = 70,028961 \text{ Мбит/с.}$$

Продемонстрируем загруженность абонентской линии Ethernet на рисунке 17.

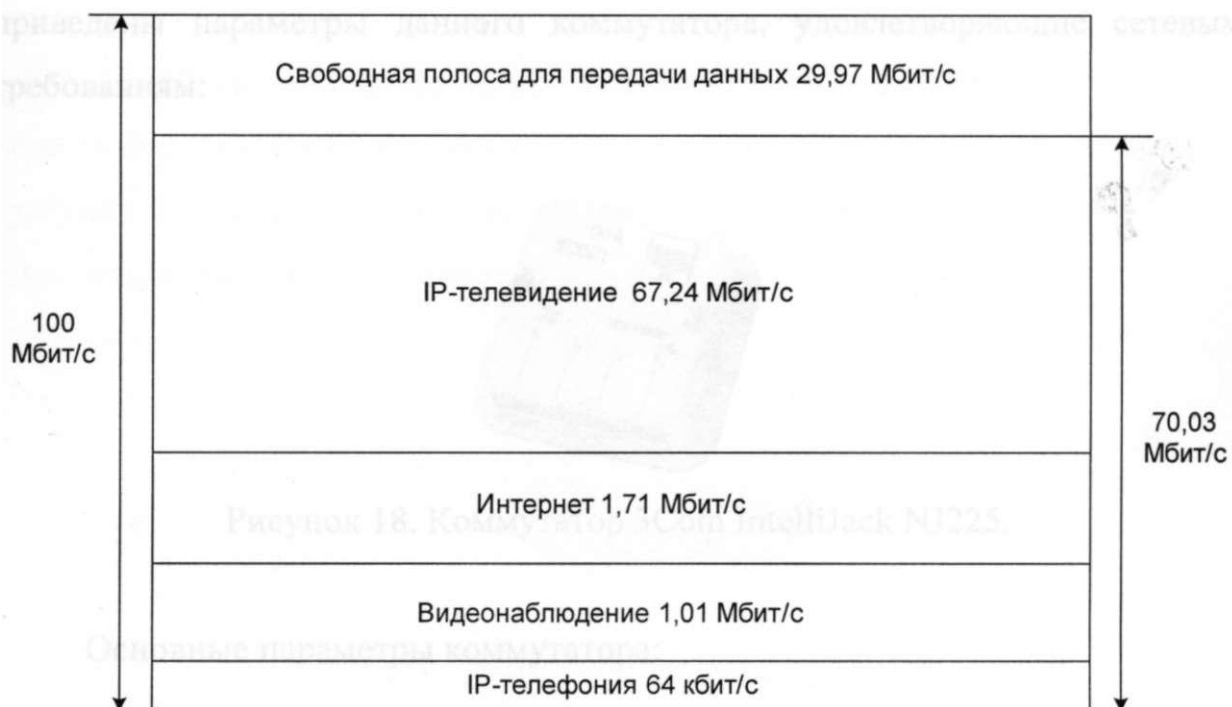


Рисунок 17. Линия Ethernet.

3.2 Выбор коммутаторов

Исходя из того, что общая потребность абонента в трафике составляет приблизительно 71 Мбит/с, то линии с пропускной способностью в 100 Мбит/с будет достаточно для нормальной работы всех устройств. Но, так как используется три абонентских устройства, то придется выделять на граничном коммутаторе целых три порта, а в связи с использованием АТМ коммутаторов, это является дорогим удовольствием. Поэтому наилучшим решением для абонента, имеющего несколько сетевых устройств, является установка непосредственно в квартире небольшого Ethernet коммутатора. Это позволит уменьшить число требуемых портов на граничном коммутаторе, который является связующим звеном между АТМ и Ethernet.

Проведя анализ литературы и предлагаемого оборудования различных фирм, мной был найден наиболее подходящий по параметрам 4-портовый коммутатор от компании 3Com IntelliJack NJ225 (рисунок 18). Ниже

приведены параметры данного коммутатора, удовлетворяющие сетевым требованиям:



Рисунок 18. Коммутатор 3Com IntelliJack NJ225.

Основные параметры коммутатора:

а) Интерфейсы: 4 нисходящих порта 10/100Base-TX (802.3u, 802.3i, auto-MDI) с разъемами RJ-45/PoE (802.3af) и 1 восходящий порт 10/100Base-TX (802.3u, 802.3i) с разъемом RJ-45/PoE (802.3af);

б) Производительность матрицы 1 Гбит/с;

в) Питание PoE (802.3af) или внешний БП с выходом 24/48 В.

Это позволит обеспечить абонента запасным портом, который он может использовать в своих целях, например, для подключения ноутбука, второго IP-телефона или персонального компьютера.

Таки образом, для подключения всех абонентских коммутаторов требуется 80 портов, плюс один порот для поста видеонаблюдения, с пропускной способностью в 100 Мбит/с.

Так как сеть имеет древовидную топологию, то ее транспортная часть будет состоять из одного магистрального и нескольких граничных коммутаторов. Не многие производители сетевого оборудования могут предоставить полнофункциональное и недорогое АТМ оборудование, но наилучший производитель такого оборудования на данный момент является FORE Systems [14]. Данный производитель представляет целую серию АТМ

коммутаторов, в том числе магистральных и коммутаторов доступа из ЛВС в АТМ. Наиболее подходящим на роль ядра сети является магистральный коммутатор ForeSystems ASX-200BX имеющий модульную структуру (рисунок 19). Это позволяет задать ему любую конфигурацию портов, как оптических, так и медных кабелей.

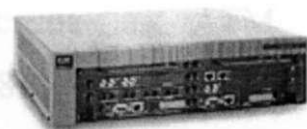


Рисунок 19. Коммутатор ForeSystems ASX-200BX.

Основные преимущества:

- а) Пропускная способность 2,5 Гбит/сек;
- б) Поддержка интерфейсов STM-4с, STM-1, 25 Мбит/с, Е1/АТМ, Е3/АТМ, Е1/СЕС, Frame Relay;
- в) Максимальное количество АТМ портов 622 Мбит/с -4, 155 Мбит/с - 16, 25 Мбит/с — 24;
- г) Горячая замена модулей , коммутирующих процессоров и источников питания;
- д) Встроенные резервируемые коммутирующие процессоры на базе i960 и Intel Pentium;
- е) Полная поддержка сетевых интерфейсов пользователя АТМ UNI v3.0/3.1/4.0;
- ж) Встроенная Операционная Система ForeThought;
- з) Организация unicast, multicast и broadcast соединений;
- и) Поддержка сервисов АТМ Forum LANE v1.0 и IP над АТМ (RFC 1577);
- к) Поддержка спецификаций CBR, VBR, ABR-ER/EFCl, UBR;

л) Расширенные возможности эмуляции ЛВС с обеспечением качества обслуживания.

м) Размер 3U для установки в 19" шкаф.

К данному коммутатору, через оптическую патч-панель, подключается линия от провайдера, система видеонаблюдения, головная станция телевидения и несколько граничных коммутаторов. Данный коммутатор снабжается двумя модулями, имеющими по четыре оптических порта.

Для осуществления доступа из ATM в Ethernet, ForeSystems представляет коммутатор ES-2810 (рисунок 20). Этот коммутатор так же имеет модульную структуру и имеет два слота расширения, в один из которых устанавливается однопортовый модуль ATM, поддерживающий протокол STM-1/155,52 Мбит/с и имеющий оптически порт.

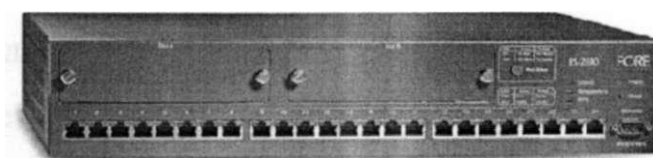


Рисунок 20. Коммутатор ForeSystems ES-2810.

Основные преимущества:

- а) Пропускная способность 2,1 Гбит/сек;
- б) Поддержка интерфейса STM-1, 155,52 Мбит/с;
- в) Количество Ethernet портов 24, 10/100 Мбит/с;
- г) Полная поддержка сетевых интерфейсов пользователя ATM UNI v3.0/3.1/4.0;
- д) Организация unicast, multicast и broadcast соединений;
- е) Поддержка сервисов ATM Forum LANE v1.0 и IP над ATM (RFC 1577);
- ж) Поддержка спецификаций CBR, VBR, ABR-ER/EFICI, UBR;

з) Расширенные возможности эмуляции ЛВС с обеспечением качества обслуживания;

и) Размер 2U для установки в 19" шкаф.

Вычислим нагрузку, которая будет создаваться всеми абонентами и центром видеонаблюдения на граничные коммутаторы по формуле 23:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{абон}} \cdot A + P_{\text{VID.eth}} \cdot d + P_{\text{ТЕЛ}}, \quad (23)$$

где $P_{\text{общ}}$ - общая нагрузка создаваемая всеми абонентами, Мбит/с;

$P_{\text{абон}}$ - общая нагрузка создаваемая одним абонентом, Мбит/с;

A - число абонентов;

P_{VIDeth} - скорость потока видеоканала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

d - число видеоканалов;

$P_{\text{ТЕЛ}}$ - скорость телефонного трафика в кадрах Ethernet, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{общ}} = 5608,432704 \text{ Мбит/с.}$$

Для передачи такой нагрузки потребуется три коммутатора ES-2810. Но, при этом общее количество портов в них недостаточно и придется устанавливать дополнительные модули, увеличивающие число портов Ethernet. Однако, при такой нагрузке каждый из них будет загружен примерно на 93%, что затруднит взаимодействия между абонентами. Так же нагрузка на линию, соединяющую граничный коммутатор с магистральным коммутатором, пусть незначительно, но превышает ее возможности.

Исходя из этого, целесообразно использовать четыре коммутатора ES-2810 в котором будет использоваться только 20 их 24 портов Ethernet. Проведем расчет требуемой пропускной способности одного коммутатора с учетом пункта видеонаблюдения по формуле 24:

$$P_{\text{ком}} = P_{\text{абон}} \cdot A_{\text{ком}} + P_{\text{VID.eth}} \cdot d + P_{\text{ТЕЛ}}, \quad (24)$$

где $P_{\text{ком}}$ - общая нагрузка на коммутатор абонентами, Мбит/с;

$P_{\text{абон}}$ - общая нагрузка создаваемая одним абонентом, Мбит/с;

$A_{\text{ком}}$ - число абонентов на коммутатор;

P_{VIDeth} - скорость потока видеоканала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

d - число видеоканалов;

$P_{\text{ТЕЛ}}$ - скорость телефонного трафика в кадрах Ethernet, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{ком}} = 1406,695056 \text{ Мбит/с.}$$

Так же рассчитаем загруженность линии, соединяющей граничный коммутатор с магистральным коммутатором, по формуле 25:

$$P_{\text{лин}} = (P_{\text{инт}} + P_{\text{тел}} + P_{\text{iv}}) \cdot A_{\text{ком}} + P_{\text{ик}} + P_{\text{iv}} \cdot d + P_{\text{тел}}, \quad (25)$$

где $P_{\text{лин}}$ - пропускная способность в соединяющей линии, Мбит/с;

$P_{\text{инт}}$ - полоса, занимаемая каналом Интернета на абонента в АТМ, Мбит/с;

$P_{\text{тел}}$ - скорость инкапсулированного в АТМ голосового сигнала, кбит/с;

P_{iv} - скорость инкапсулированного в АТМ потока видеоканалов, Мбит/с;

$A_{\text{ком}}$ - число абонентов на коммутатор;

$P_{\text{ик}}$ - скорость инкапсулированного в АТМ телевизионного потока, Мбит/с.

d - число видеоканалов;

$P_{\text{ТЕЛ}}$ - скорость телефонного трафика в кадрах Ethernet, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{\text{лин}} = 135,719432 \text{ Мбит/с.}$$

Для передачи полученной нагрузки через линию требуется инкапсулировать полученную нагрузку в кадры STM-1 по формуле 26:

$$P_{STM} = P_{лин} + a \cdot b \cdot c, \quad (26)$$

где P_{STM} - скорость потока на линии к коммутатору с пунктом видеонаблюдения в кадре STM-1, Мбит/с;

$P_{лин}$ - пропускная способность в соединяющей линии, Мбит/с;

a - число столбцов заголовка;

b - число строк заголовка;

c - скорость передачи ячейки таблицы, бит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{STM} = 141,479432 \text{ Мбит/с.}$$

Покажем на рисунке 21, как распределена нагрузка в АТМ линии, соединяющей магистральный коммутатор с граничным коммутатором.

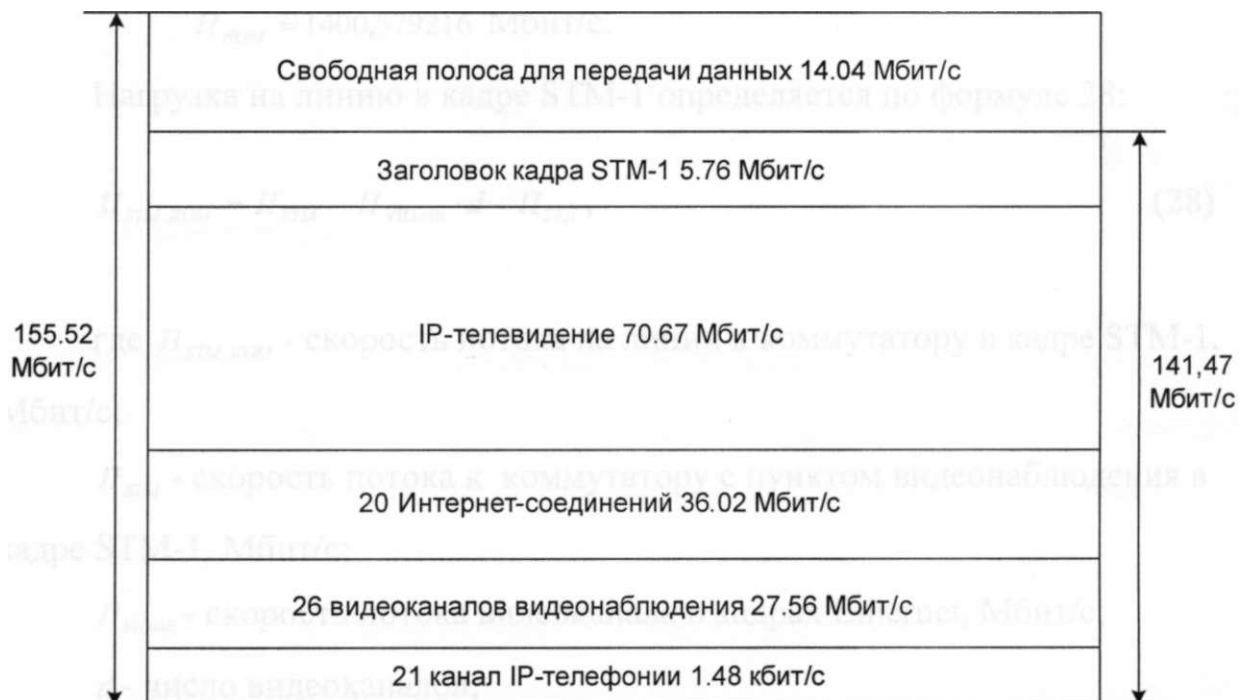


Рисунок 21. Линия АТМ.

Рассчитать нагрузку на остальных трех коммутаторах не составляет труда, так как они имеют тоже число используемых портов, что и предыдущий, только к ним не подключен пункт видеонаблюдения. Таким образом, вычислим нагрузку на один из трех коммутаторов и на линию, соединяющую его с магистральным коммутатором по формуле 27:

$$P_{КОМ} = P_{КОМ} - P_{VID.eth} \cdot d - P_{ТЕЛ}, \quad (27)$$

где $P_{КОМ}$ - общая нагрузка на один из трех коммутаторов абонентами, Мбит/с;

$P_{КОМ}$ - общая нагрузка на коммутатор абонентами, Мбит/с;

$P_{VID.eth}$ - скорость потока видеоканала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

d - число видеоканалов;

$P_{ТЕЛ}$ - скорость телефонного трафика в кадрах Ethernet, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{КОМ} = 1400,579216 \text{ Мбит/с.}$$

Нагрузка на линию в кадре STM-1 определяется по формуле 28:

$$P_{STM.КОМ} = P_{STM} - P_{VID.eth} \cdot d - P_{ТЕЛ}, \quad (28)$$

где $P_{STM.КОМ}$ - скорость потока на линии к коммутатору в кадре STM-1, Мбит/с;

P_{STM} - скорость потока к коммутатору с пунктом видеонаблюдения в кадре STM-1, Мбит/с;

$P_{VID.eth}$ - скорость потока видеоканала в кадрах Ethernet, Мбит/с;

d - число видеоканалов;

$P_{ТЕЛ}$ - скорость телефонного трафика в кадрах Ethernet, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{STM.КОМ} = 135,049096 \text{ Мбит/с.}$$

Таким образом, можно вычислить общую нагрузку на магистральный коммутатор ASX-200BX по формуле 29:

$$P_{МАГ} = P_{STM.KOM} \cdot 3 + P_{STM}, \quad (29)$$

где $P_{МАГ}$ - нагрузка на магистральный коммутатор, Мбит/с;

$P_{STM.KOM}$ - скорость потока на линии к коммутатору в кадре STM-1, Мбит/с;

P_{STM} - скорость потока к коммутатору с пунктом видеонаблюдения в кадре STM-1, Мбит/с.

Проведем расчет и получим следующее значение:

$$P_{МАГ} = 546,62672 \text{ Мбит/с.}$$

Проведенный расчет показал, что выбранные коммутаторы легко справятся с максимальной загрузкой сети, при единовременном использовании всех предоставляемых услуг. Общая схема транспортной сети приведена в приложении Г.

4. Проектирование кабельной сети

4.1 Магистраль

В данной сети под магистральной ее частью подразумеваются АТМ линии. Все АТМ соединения имеют протокол передачи STM-1, позволяющий передавать информацию со скоростью 155,52 Мбит/с. Перечислим эти соединения:

- а) Линия от провайдера к магистральному коммутатору;
- б) Соединения граничных коммутаторов с магистральным коммутатором;
- в) Соединение головной станции телевидения с магистральным коммутатором;

г) Соединения сервера и кодера системы видеонаблюдения с магистральным коммутатором;

д) Соединения оборудования с патч-панелями.

Наилучшей средой передачи для магистральных линий является многомодовый оптоволоконный кабель. Использовать одномодовый оптоволоконный кабель дорого, и применяется он в основном для передачи информации на большие расстояния (порядка пяти километров). Так как все оптические порты оборудования имеют дуплексную архитектуру, то будет использоваться двухжильный оптический кабель. В связи с небольшими расстояниями, затухания, возникающие в линиях, ничтожно малы и мы их не учитываем. Однако линия, ведущая от провайдера, может иметь другие параметры длины и типа оптоволокну, так как магистральный коммутатор ASX-200BX поддерживает оба типа оптоволокну, мы задаем только протокол передачи информации.

Проведем распределение оборудования по этажам и определим длины линий на основе оптоволоконных кабелей. Магистральный коммутатор ASX-200BX будет расположен на первом этаже в помещении видеонаблюдения вместе с системой видеонаблюдения (кодер AVA-300 и сервер видеонаблюдения) и одним из граничных коммутаторов ES-2810. Все это оборудование будет установлено в 19-дюймовый шкаф, а сервер видеонаблюдения будет расположен рядом с ним. Головная станция будет расположена на последнем этаже, так как эффективнее использовать длинную линию оптоволоконного кабеля, чем коаксиальную от антенн. Остальные три коммутатора будут установлены в отдельные 19-дюймовые шкафы и распределены по следующим этажам: 5, 9 и 13. Задавшись высотой этажа в 3 метра, можно составить таблицу длин кабелей, подключенных к магистральному коммутатору (Таблица 2).

Таблица 2

Параметры магистральной кабельной системы

Соединяемое оборудование	Кол.	Длина кабеля, м
ASX-200BX - /x-XNA 4610	1	50
Сервер видеонаблюдения - ASX-200BX	1	3
Кодер AVA-300 - ASX-200BX	1	1
ES-2810 на 1-м этаже - ASX-200BX	1	1
ES-2810 на 5-м этаже - ASX-200BX	1	15
ES-2810 на 9-м этаже - ASX-200BX	1	27
ES-2810 на 13-м этаже - ASX-200BX	1	39
Соединения с оптическими патч-панелями	18	1
Общее количество и длина	25	154

Общая схема магистральных соединений приведена в приложении Д.

4.2 Этажная разводка

В этажной разводке задействованы только симметричные кабели категории 5е. В каждый шкаф, содержащий коммутатор ES-2810, устанавливается 19-дюймовая 24-портовая патч-панель, для подключения симметричного кабеля. Данный кабель содержит четыре медных витых пары и поддерживает протокол Ethernet со скоростью передачи данных 10/100 Мбит/с. Каждый коммутатор обслуживает 20 абонентов, следовательно, кабели будут тянуться от него на четыре этажа. Помимо расстояния от коммутатора до этажа, кабель должен дойти до коммутатора NJ225, но положение данного коммутатора в квартире будет определять абонент. Поэтому кабель следует удлинить с запасом на 20 метров. У коммутатора на первом этаже будет использован 21 порт, так как к нему подключается пост видеонаблюдения. Остальные коммутаторы будут иметь одинаковое количество подключенных потов. Таки образом, можно составить таблицу, в которой будут приведены размеры и количество соединительных проводов, необходимых для всех подключений (Таблица 3).

Таблица 3

Параметры кабельной системы доступа

Соединяемое оборудование	Кол.	Длина кабеля, м
Коммутатор ES-2810 - коммутатор NJ225 того же этажа	21	23
Коммутатор ES-2810 - коммутатор NJ225 этажом выше	20	26
Коммутатор ES-2810 - коммутатор NJ225 двумя этажами выше	20	29
Коммутатор ES-2810 - коммутатор NJ225 тремя этажами выше	20	32
Коммутатор NJ225 - IP-телефон 7902G	81	5
Коммутатор NJ225 - цифровая приставка AmiNET1 10	80	5
Коммутатор NJ225 - абонентский компьютер	81	5
Соединения патч-панелей с коммутаторами ES-2810	81	1
Общее число и длина кабелей	404	3514

Общая схема этажной разводки приведена в приложении Е.

4.3 Другие соединения

К другим соединениям относятся линии, не относящиеся к сети передачи информации ATM и Ethernet. Так же они не реализованы на оптоволокне или витой паре. Это соединения антенн, видеокамер, кодеров и адаптеров. Головная станция содержит несколько блоков, для соединения которых используется коаксиальные провода типа RG-6. Для подключения видеокамер, системы видеонаблюдения, используется двухпроводный экранированный кабель, который также используется для подключения телевизора абонента к цифровой приставке. Опишем все расстояния и типы проводов в таблице 4.

Таблица 4

Типы и длины кабелей

Соединяемое оборудование	Тип кабеля	Кол.	Длина соединительного кабеля до, м
Антенна - сплиттер	коаксиальный кабель	2	10
Сплиттер - кодеры	коаксиальный кабель	4	1
Сплиттер - ресиверы	коаксиальный кабель	4	1
Кодеры и ресивер - Мультиплексор	коаксиальный кабель	5	1
Ресиверы - Адаптер	коаксиальный кабель	3	1
Мультиплексор - Адаптер	коаксиальный кабель	1	1
Кодер AVA-300-Видеокамера	коаксиальный кабель	6	40
Цифровая приставка - Телевизор	двухпроводный экранированный кабель	80	3

Общая схема сети приведена в приложении Ж.

5. Экономический расчет.

Целью экономического расчета является определение полной себестоимости сети. Себестоимость представляет собой стоимостную оценку используемых в процессе производства продукции, сырья, материалов, топлива, энергии, основных фондов, трудовых ресурсов и других затрат, связанных с изготовлением и реализацией проекта. В плановую себестоимость проекта включаются все затраты, связанные с его выполнением, независимо от источников их финансирования.

В наглядном виде себестоимость (C_c) можно представить в виде формулы 30:

$$C_c = M + 3П, \quad (30)$$

где М - материальные затраты на оборудование, затраты на электроэнергию и транспортные расходы;

ЗП - затраты на оплату труда исполнителей проекта;

На реализацию проекта необходимы комплектующие, перечень которых приведен в таблице 5:

Таблица 5. Расходы на комплектующие изделия и оборудование, необходимые для построения сети

Наименование	Кол-во	Цена, у.е.	Стоимость, у.е.
Siemon Кабель 4-пр., кат. 5е, UTP, PVC, Solid, серый , 305м.	12	76,7	920,4
Siemon Патч-корд 5m, Cat.5е, T568A/T568B, белый , с синими защ. колпачками	404	0,18	72,72
Supra Двухпроводный экранированный кабель AV-2.	240	9	2160
Supra Вилка RCA (тюльпан).	344	0,17	58,48
Traconic Кабель коаксиальный, RG-6.	275	0.33	90.75
Traconic F-коннектор, RJ-45.	68	0,9	61,2
Belden оптический кабель тип 12NH, A/I-DQ(ZN)H 4*62,5/125 универсальный, вн., нар.	137	2,5	342,5
Belden оптический патч-корд.	88	0,18	15,84
Legrand Кабельный канал 75x20	50	5,8	290
Legrand Кабельный канал 32x12,5	940	1,39	1306,6
Legrand Заглушка 32x12,5	93	0,57	53,01
Нейлоновый дюбель (4000 шт.)	200	0,7	140
Коммутатор ForeSystems ASX-200BX	1	2306	2306
Модуль 4-порта ОС-3 155/STM-1	2	675	1350
Коммутатор ForeSystems ES-2810	4	3695	14780
Модуль 1-порт ОС-3 155/STM-1	4	895	3580

Коммутатор 3Com IntelliJack NJ225	81	323,34	26190.54
Ресивер QPD 8510	4	1530	6120
Кодер MPEG-2 SV-1821	4	15628	62512
Мультиплексор RTM-3600	1	1343.96	1343.96
Проф. Антенна эфирная	4	55	220
Спутниковые антенны	4	115	460
Адаптер u-XNA 4610	1	4521	4521
Сервер Video Ware	1	545	545
Кодер AVA-300	1	1137	1137
Уличная видеокамера Germikom GS 40	6	110	660
Блок питания для видеокамер Germikom 220/12 в, 20 Вт	6	7,14	42,84
IP-телефон Cisco 7902G	81	113,3	9177,3
Цифровая приставка AmiNET1 10	80	150	12000
Siemon Патч-панель 19" серии HE) 24-портовая, категории 5e	4	148	592
DEPS Оптическая патч-панель 19" FOB 19/1-016/16-2-24.	5	23	115
Conteg Настенных трехсекционных шкафов 19" 600x500, высотой 15U	5	190	950
ИТОГО			153441,5

Стоимость работ

Мастер: по монтажу и настройке оборудования

Оклад 15000руб.

надбавка РК (20%) 3000 и ДВ (30%) 4500руб.

Итого: $15000 + 3000 + 4500 = 22500$ руб./мес. (за 2 месяца - 45000 руб.)

Рабочий (бригада 6 чел.):

Оклад 8000руб.

надбавка РК (20%) 1600 и ДВ (30%) 2400руб.

Итого: $8000 + 1600 + 2400 = 12000$ руб./мес. на одного работника (за 2 месяца для 6 рабочих - 72000 руб.)

Общая сумма: 117000 руб (\$ 4179, при курсе 1\$=28 руб.).

В таблице 6 приведены расходы на построение сети.

Таблица 6.

Полная себестоимость проекта

Наименование	Сумма, \$.
Расходные материалы и комплектующие изделия	153441,5
Стоимость работ	4179
ИТОГО	157620,5

Ценовая политика должна строиться на основе полного анализа произведенных затрат на всех этапах их создания, ведения и реализации, ситуационного анализа состояния соответствующих секторов рынка, на которых предполагается их реализация.

Себестоимость данного проекта составляет 157620,5 долларов.

Распределим стоимость сети на стоимость квадратного метра квартиры абонента. В данном доме площадь квартиры составляет 72 квадратных метра. Следовательно, полная площадь равна $80 \cdot 72 = 5760$.

Проведем простой расчет и вычислим наценку на стоимость одного квадратного метра квартиры:

$$\frac{157620,5}{80 \cdot 72} = 27.37 \$.$$

Таким образом, при приблизительной стоимости квадратного метра \$1300, стоимость квартиры повысится с отметки в \$93600 на 95570,25, что является незначительным изменением для такой суммы.

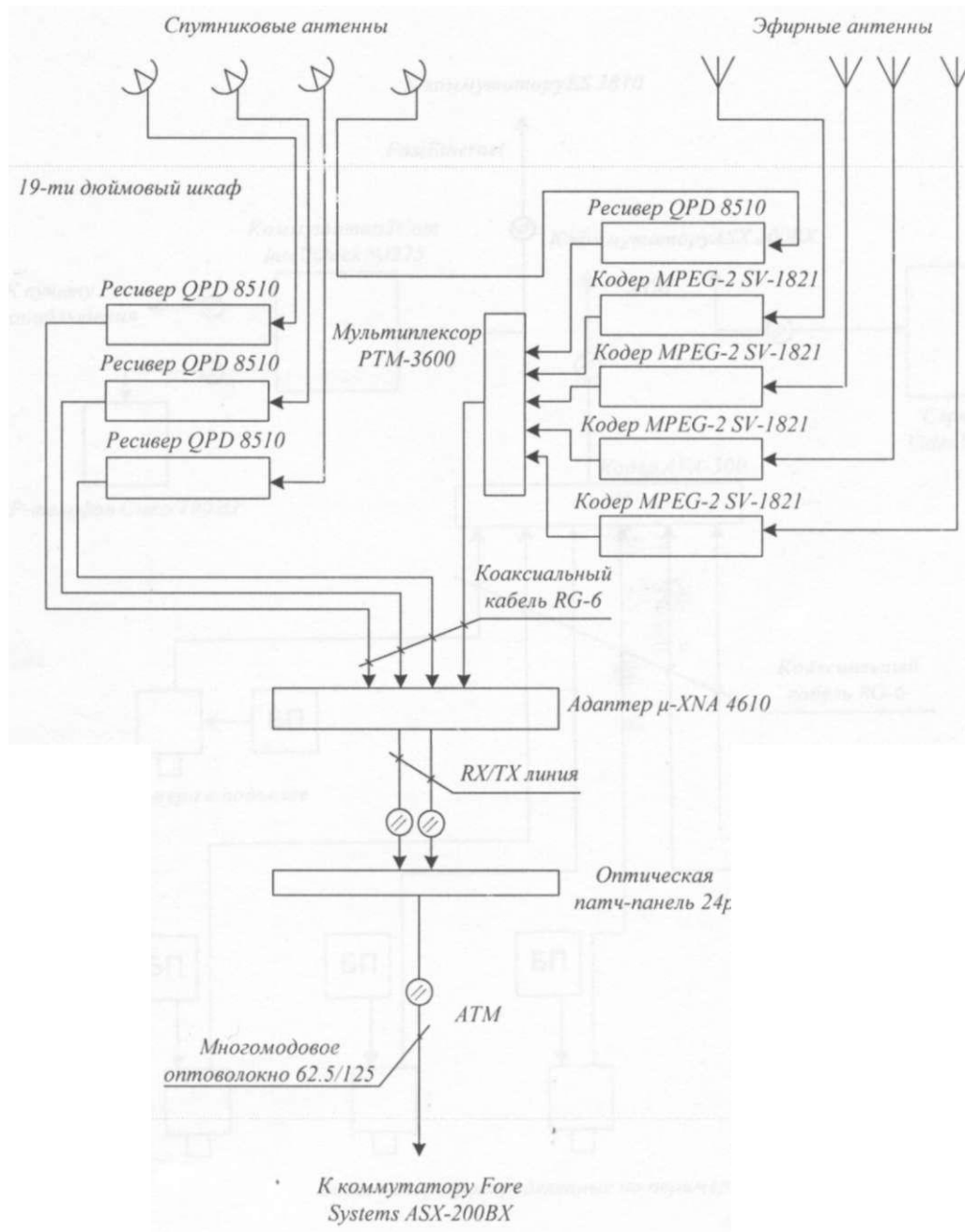
Заключение.

В данном проекте была проделана большая работа по проектированию мультисервисной широкополосной сети в жилом доме. Проведя анализ различной литературы, были выбраны оптимальные и эффективные решения по использованию сетевых ресурсов, позволяющие в полной мере осуществить предоставление всех услуг. Одним из преимуществ является возможность модернизировать сеть. Она не ограничена теми параметрами, которые мы ей задали и при всеобщем желании абонентов она всегда может быть расширена следующим образом: к сети могут быть подключены устройства беспроводного доступа Wi-Fi; система охранного видеонаблюдения дополняется кодерами и видеокамерами, которые могут располагаться на лестничных пролетах здания. Данная сеть является дорогим проектом, но если учесть относительную новизну данного решения и то, что сеть строится в новом доме, следует взглянуть на это с другой стороны. Экономический расчет показал, что с одной стороны сеть относительно дорогая, если внедрять ее в уже заселенный дом, с другой стороны при распределении всей стоимости на стоимость одного квадратного метра жилплощади, общая цена квартиры превышает базовую всего лишь на 2,1%. А если учесть что квартиры в доме будут покупать состоятельные граждане, то для них этот процент не имеет решающего значения.

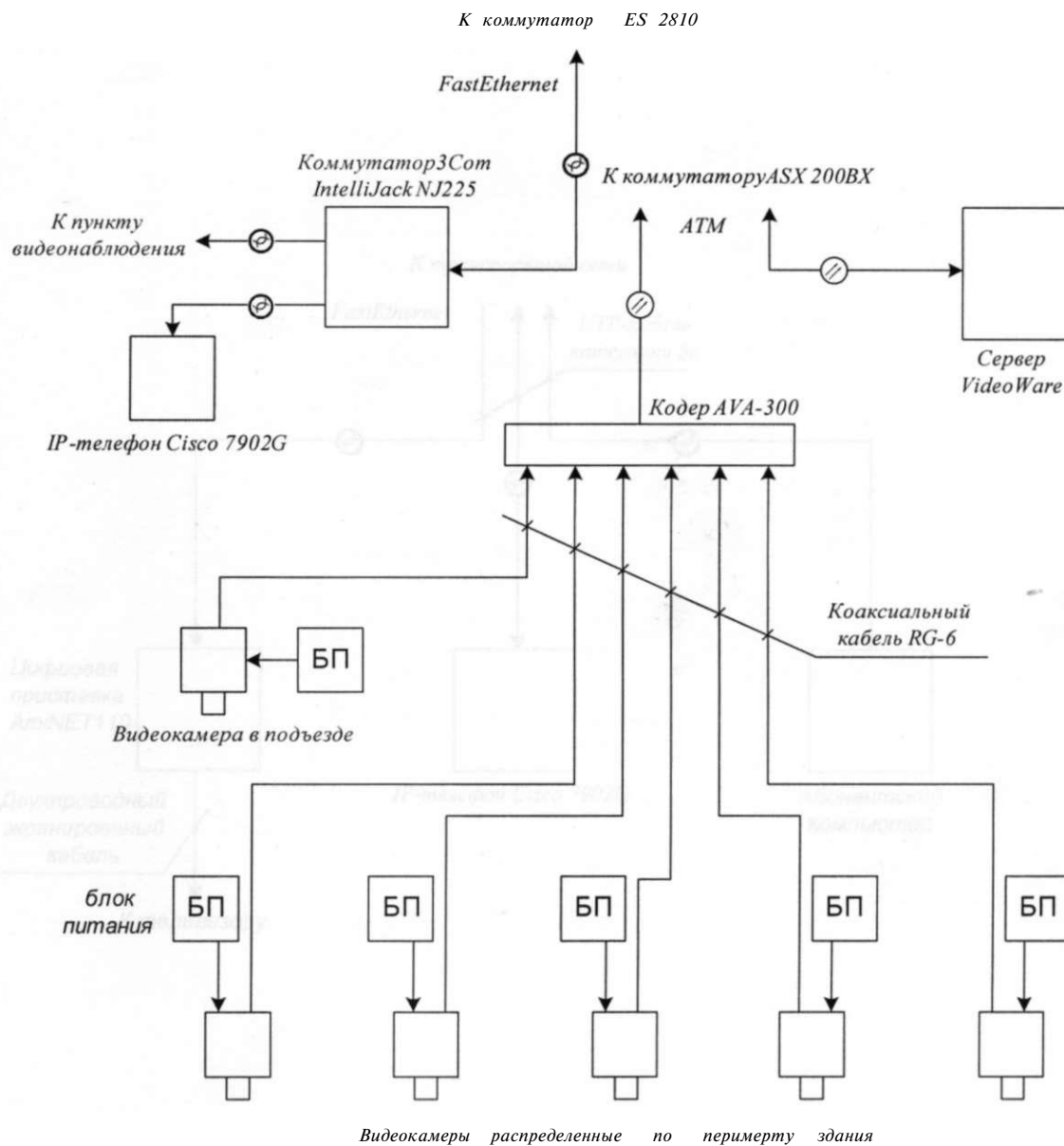
Список литературы

1. Гургенидзе А.Т., Корше В.И. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступа.-С.-П.,2003.-434с.
2. Технологии и средства связи. Широкополосные мультисервисные сети. Часть 2. Гротек. 2006.
3. Семёнов Ю.А. Телекоммуникационные технологии. ГНЦ ИТЭФ 2004.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы.-М. Литер, 2002-668с.
5. Назаров А.Н., Симонов М.В. Высокоскоростные асинхронные сети АТМ. Эко-Трендз: М., 1999.
6. Аджемов А.С, Гуркин Д.В., Кочнева Т.А. Принципы построения сетей. ФГУП ЦНИИС. 2004.
7. А.Н.Назаров. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров сетей АТМ.-М.:Наука,2002.-315с.
8. Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и ее приложения.-СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
9. Мамаев Н. С. Системы цифрового телевидения и радиовещания. .-С.-П. 2006.
10. www.ruslan-com.ru. Системы видеонаблюдения.
- И. Янкевич А. IP-телефония для предприятий. "Экспресс-Электроника". 2004. #5.
12. ДЖ.Мартин. Системный анализ передачи данных, том 2. -М.: Мир, 1975.-432с.
13. Д.А.Мельников. Информационные процессы в компьютерных сетях.-М.:Кудиц-образ,1999.
14. www.foresystems.com. Оборудование АТМ
15. Шин Одом, Хенсон Ноттинге. Коммутаторы. Кудиц-Образ. 2003.
16. Рошан П., Лиэри Д. Основы построения беспроводных локальных сетей. Диалектика-Вильяме. 2004.

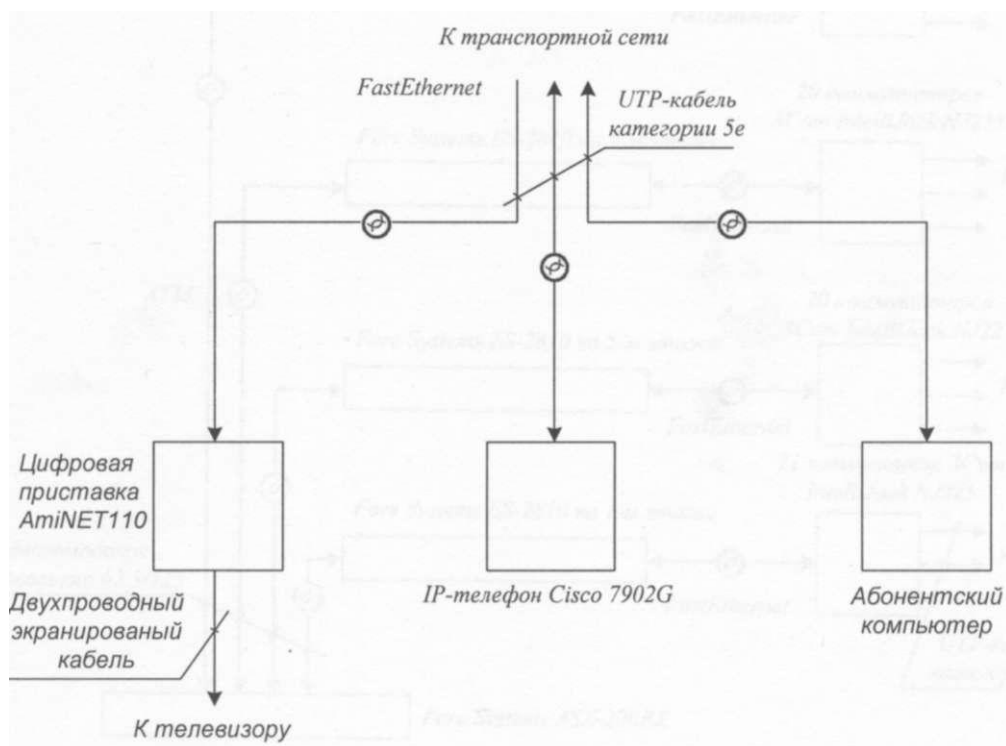
17. Верити Бет. Кабельные системы. Проектирование, монтаж и обслуживание. Кудиц-Образ. 2004.
18. Закер К. Компьютерные сети. Модернизация и поиск неисправностей. ВHV-СПб. 2004.
19. Гук М. Энциклопедия аппаратных средств локальных сетей. Питер. 2002.
20. Палмер М. Проектирование и внедрение компьютерных сетей. Изд. 2. Учебный курс. ВHV-СПб. 2005.



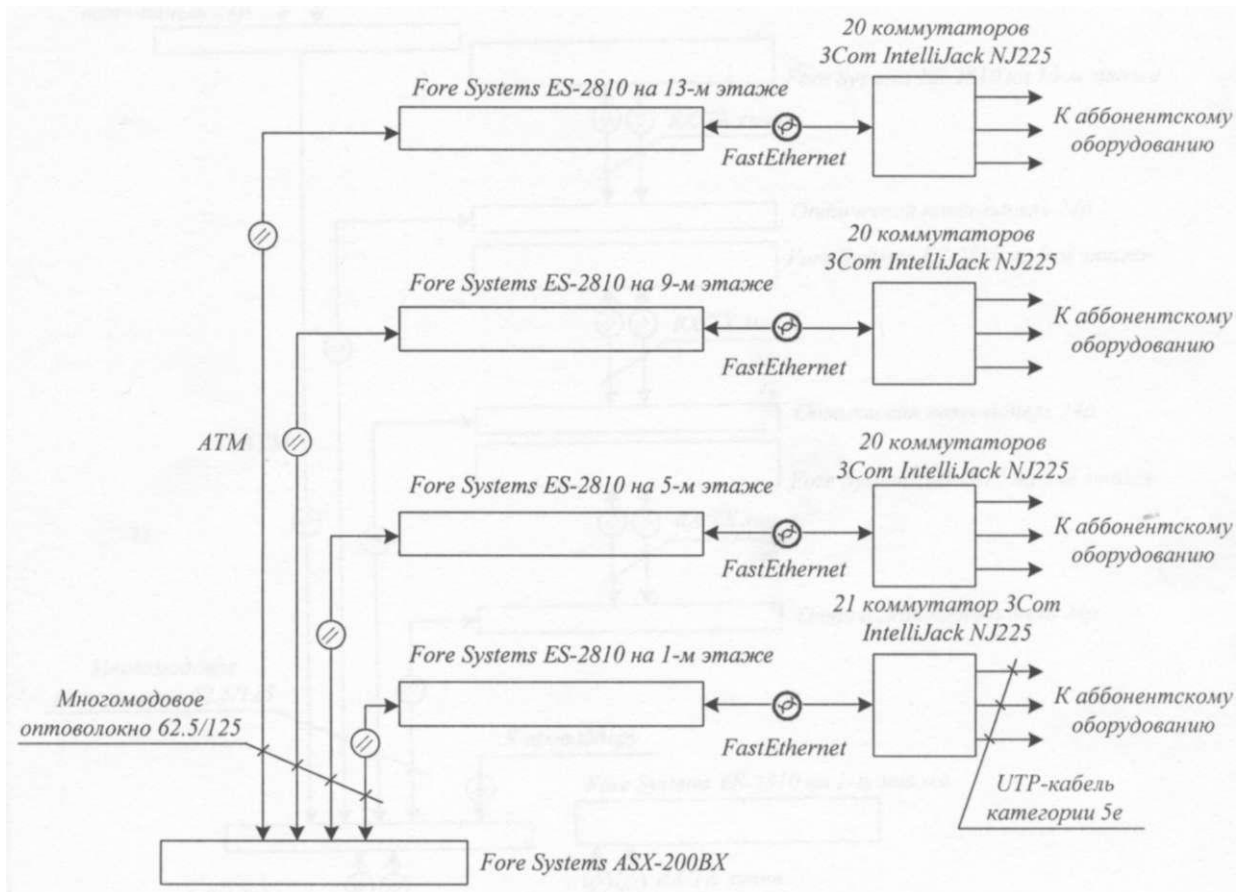
					ДВГТУ.107334.006.Э1			
					Приложение А Конфигурация головной станции Структурная схема	Пит.	Масса	Масштаб
Лист		Подп.	Дата					
Разраб.								
Пров								
Т. Контр.						Лист 1	Листов 7	
Н. Контр.					Кафедра РТС Группа Р-1012			
Утр.								



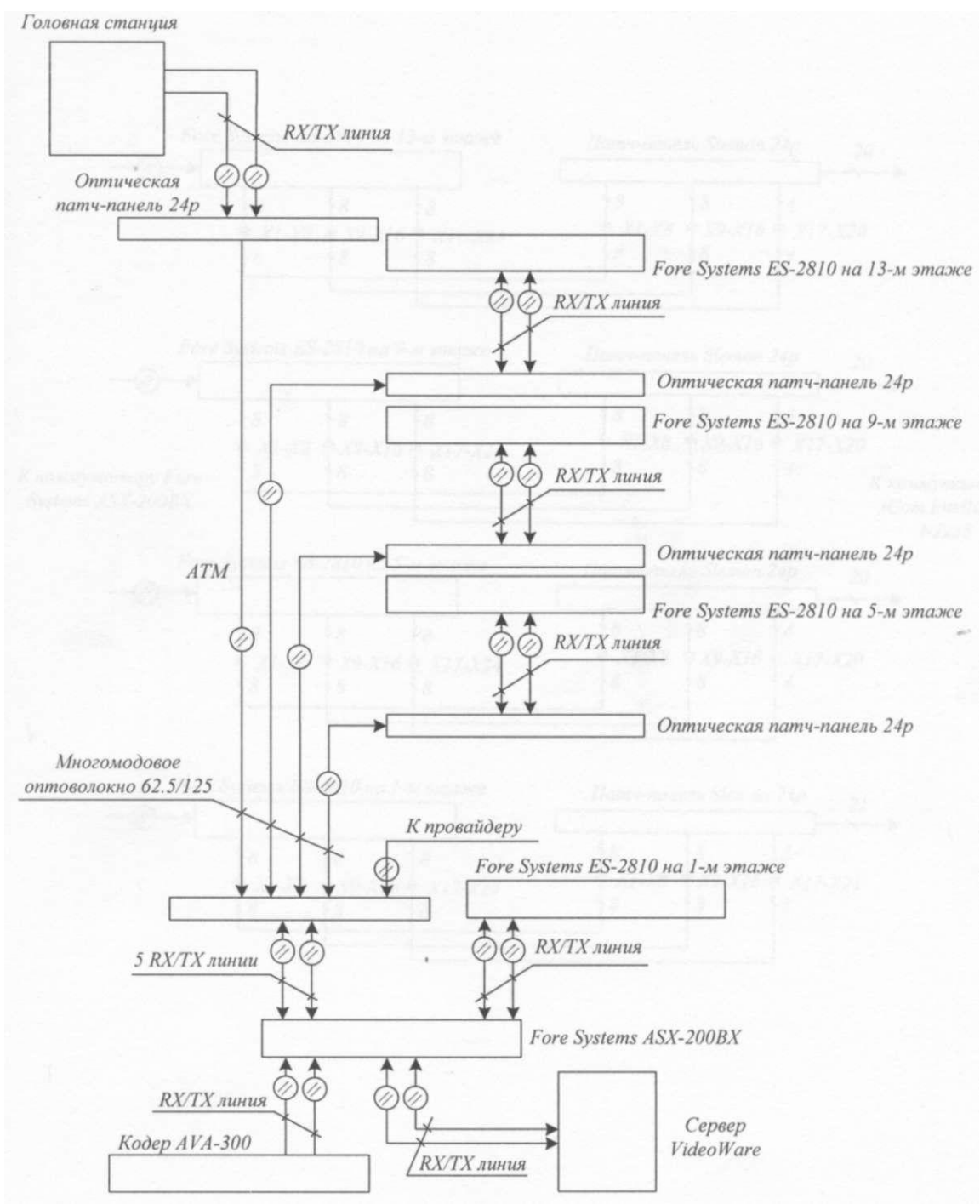
					ДВГТУ.107334.006.Э1		
					Приложение Б Конфигурация системы видеонаблюдения		
Изм.	Лист	Ндокум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Катаев					
Пров.							
Т. Контр.					Лист 2	Листов 7	
Н. Контр.		Гапочкин			Кафедра РТС Группа Р-1012		
Утр.		Стаценко			Структурная схема		



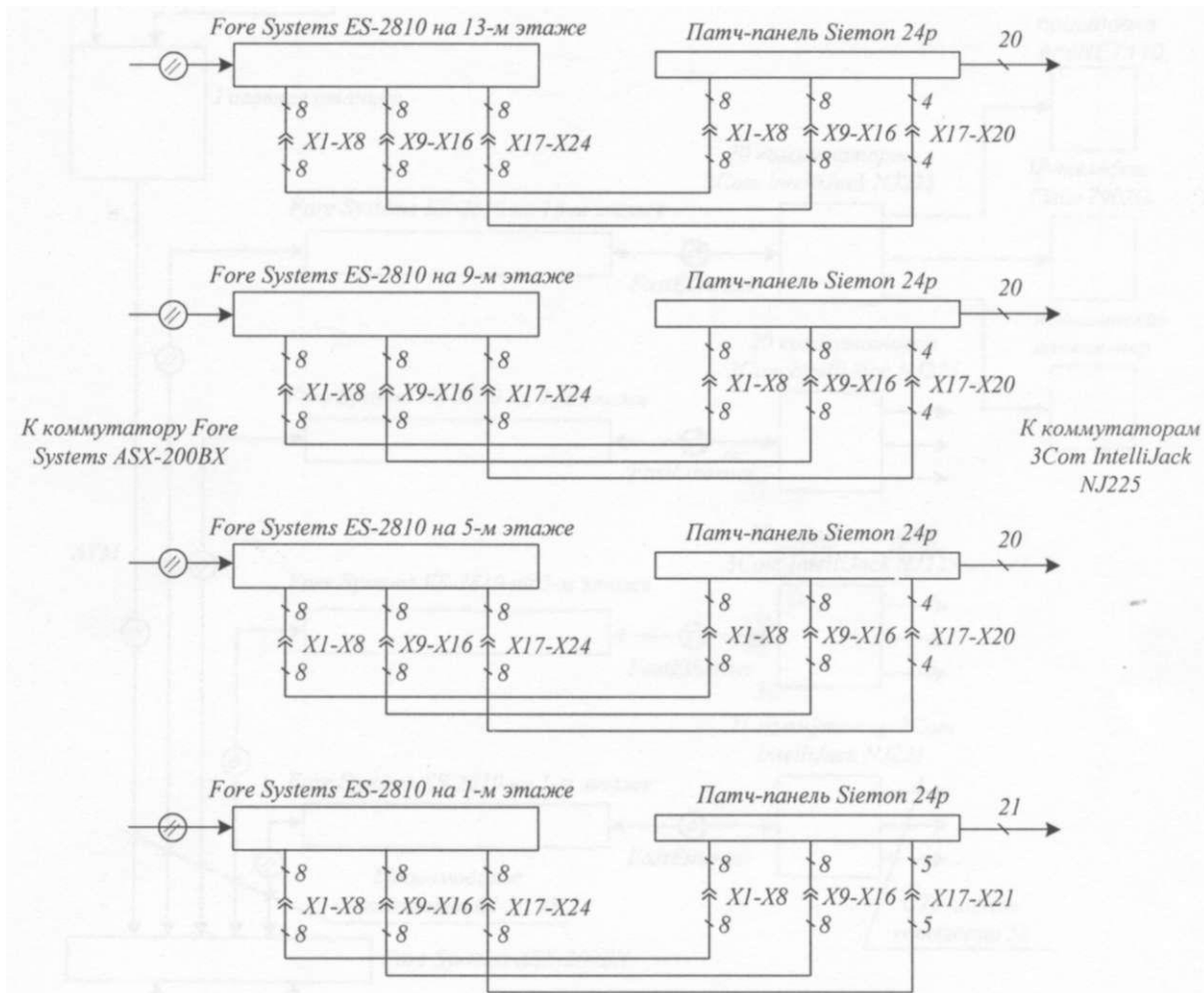
					ДВГТУ.107334.006.Э1			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приложение В Абонентское оборудование	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Катаев							
Пров.								
Т. Контр.						Лист 3	Листов 7	
Н. Контр.	Галочкин				Структурная схема	Кафедра РТС Группа Р-1012		
Утр.	Стаценко							



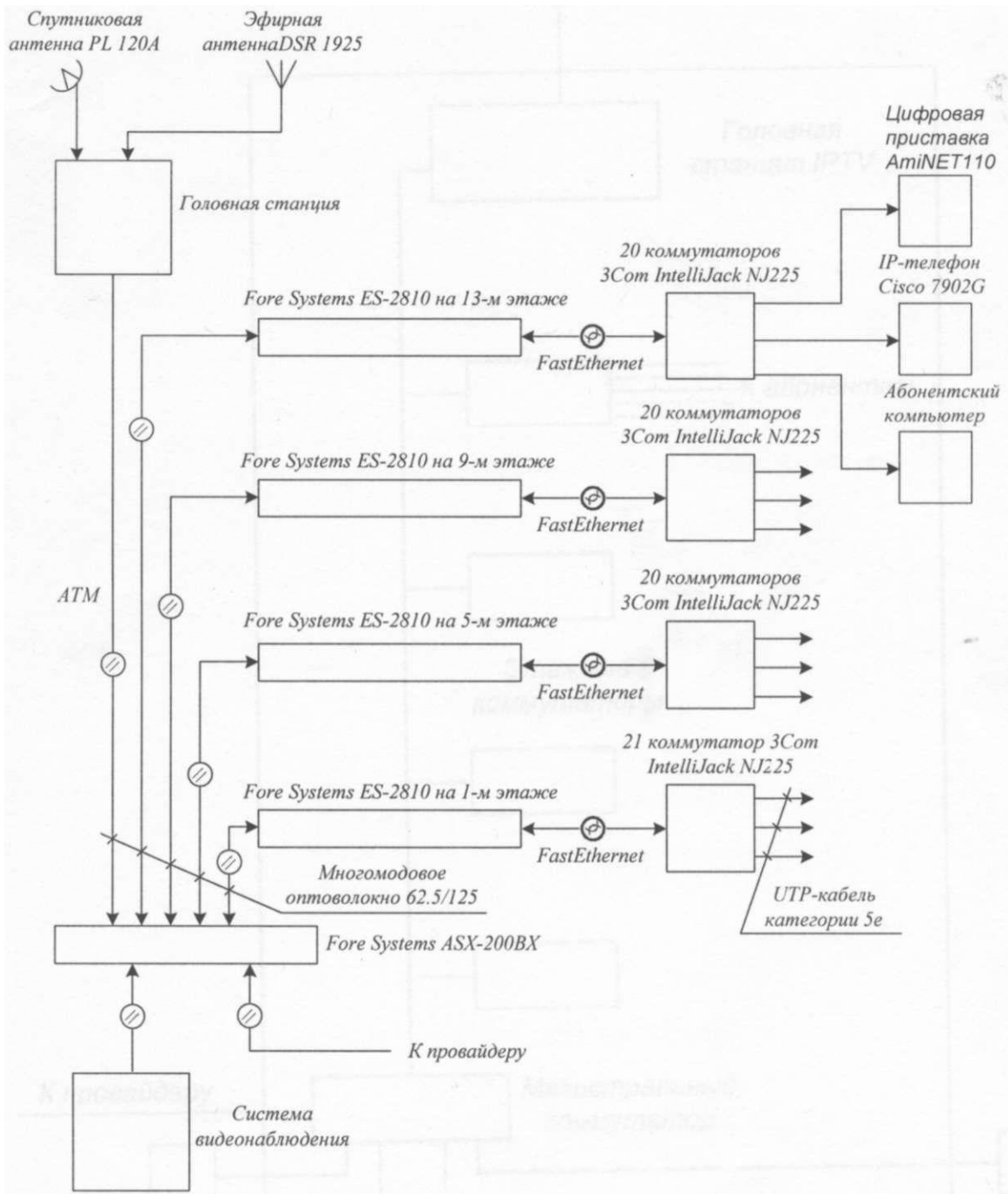
					ДВГТУ.107334.006.Э1			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Л/докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Приложение Г Транспортная сеть	<i>Пит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
						<i>Лист 4</i>	<i>Листов 7</i>	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Галочкин</i>			Структурная схема	Кафедра РТС Группа Р-1012		
<i>Утр.</i>								



					ДВГТУ.107334.006.Э1			
					Приложение Д Магистральные соединения	Лит.	Масса	Масштаб
Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Катаев							
Пров.								
Т. Контр.						Лист 5	Листов 7	
Н. Контр.					Структурная схема	Кафедра РТС Группа Р-1012		
Утр								

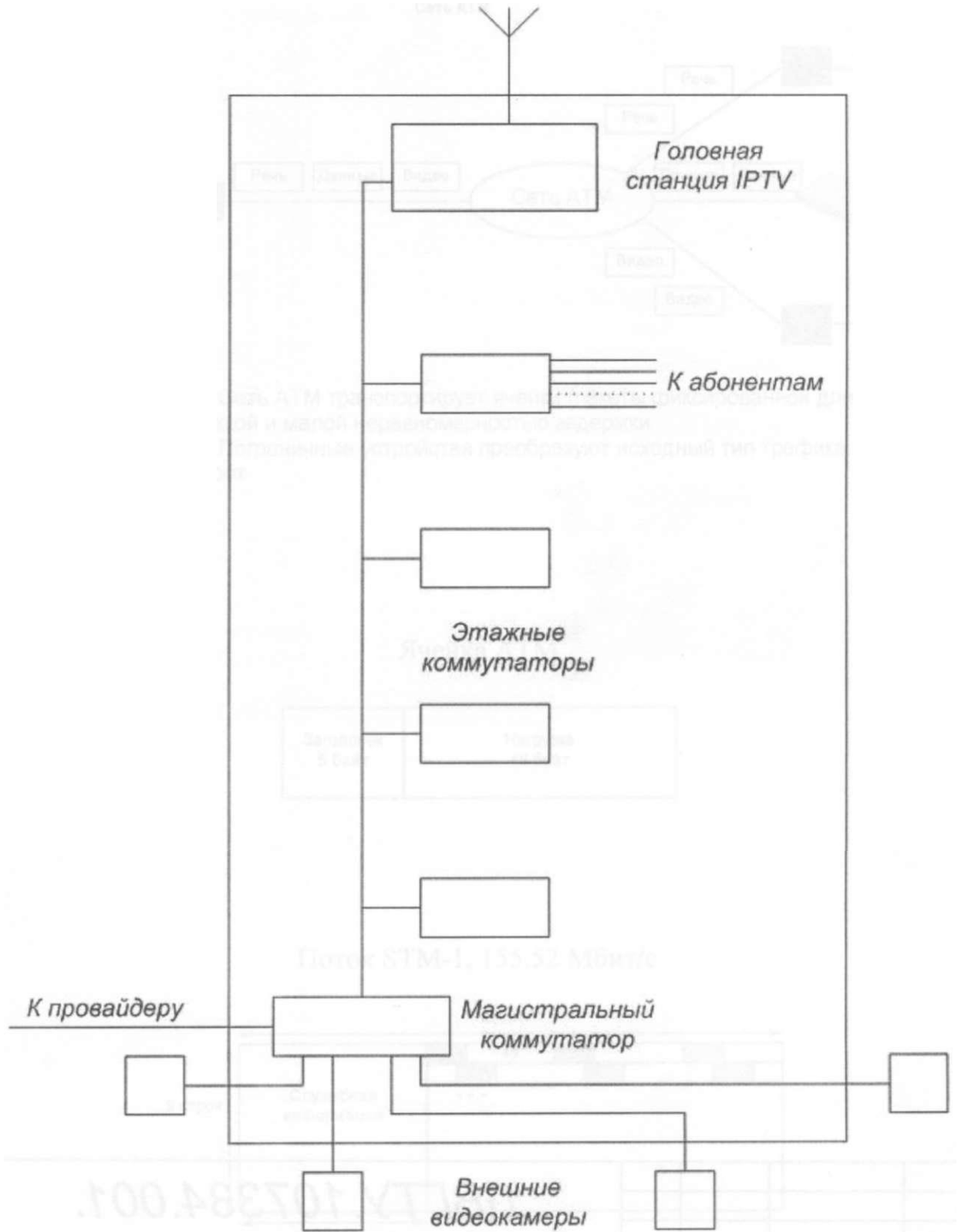


					ДВГТУ.107334.006.Э1		
					Приложение Е		
Изм.	Лист	Идокум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Катаев					
Пров.		Жебровский					
Т. Контр.					Лист 6 Листов 7		
Н. Контр.		Гапочкин			Кафедра РТС		
Утр.		Стаценко			Группа Р-1012		
Структурная схема							

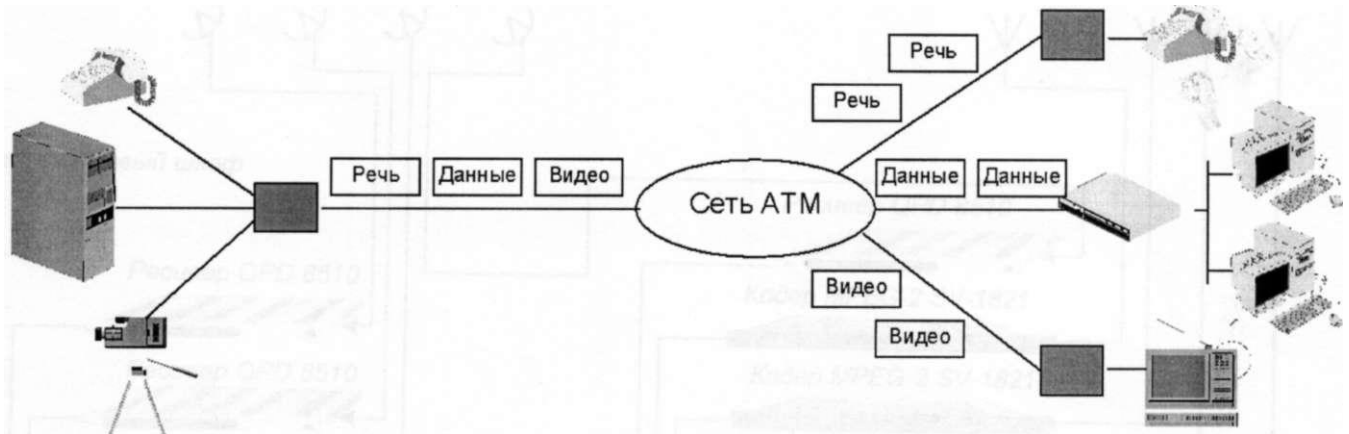


				ДВГТУ.107334.006.Э1			
				Приложение Ж			
				Общая схема сети			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Катаев	<i>Катаев</i>				
Пров.		Жедровский	<i>Жедровский</i>	1.06.06			
Т. Контр.					Лист 7	Листов 7	
Н. Контр.		Галочкин	<i>Галочкин</i>	1.06.06	Кафедра РТС Группа Р-1012		
Упр.		Стаценко	<i>Стаценко</i>	6.06			

Общая схема сети



Сеть ATM



- > Сеть ATM транспортирует ячейки (пакеты фиксированной длины) с малой задержкой и малой неравномерностью задержки
- > Пограничные устройства преобразуют исходный тип трафика в ячейки и наоборот

Ячейка ATM

Заголовок 5 байт	Нагрузка 48 байт
---------------------	---------------------

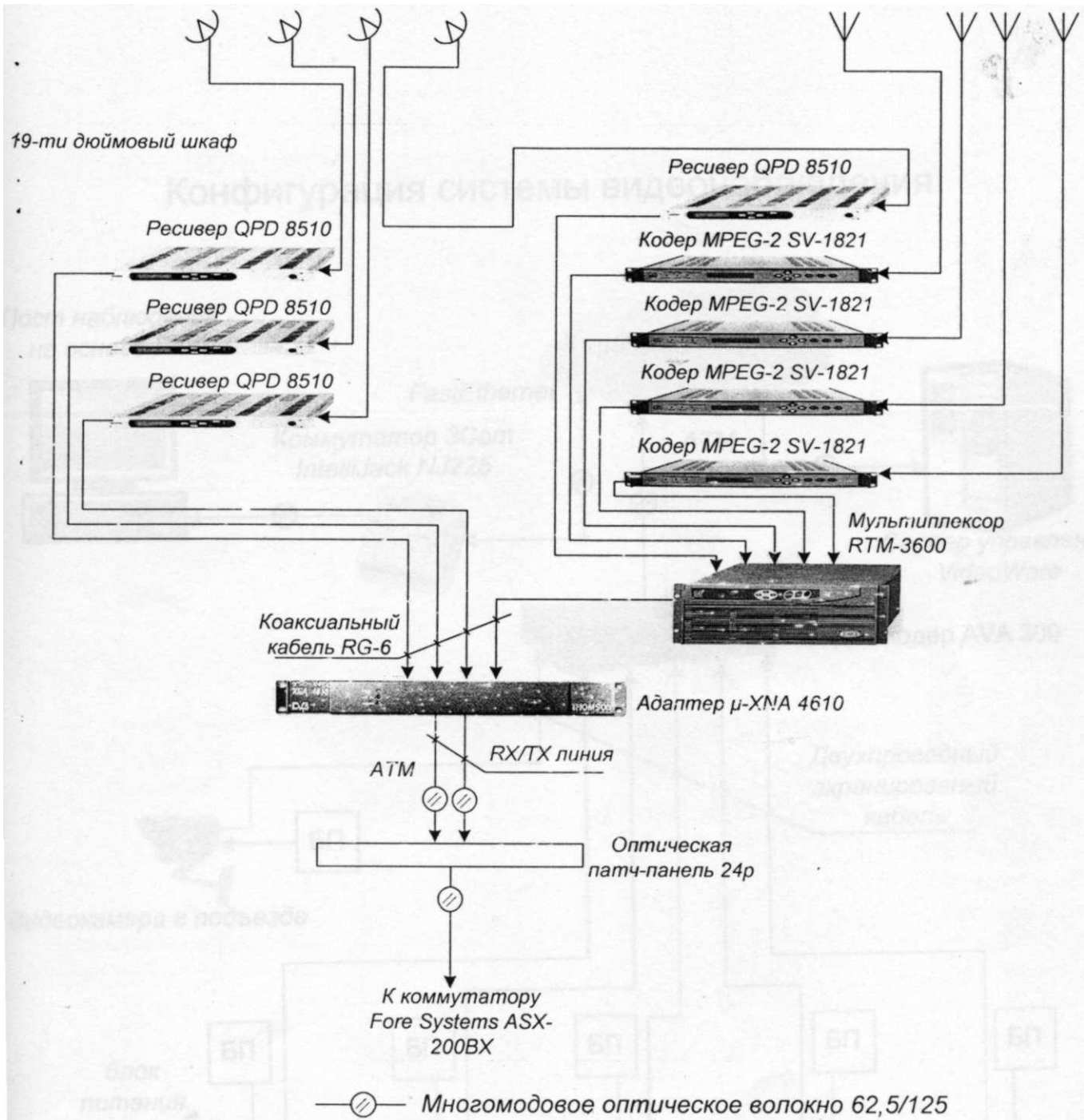
Поток STM-1, 155.52 Мбит/с



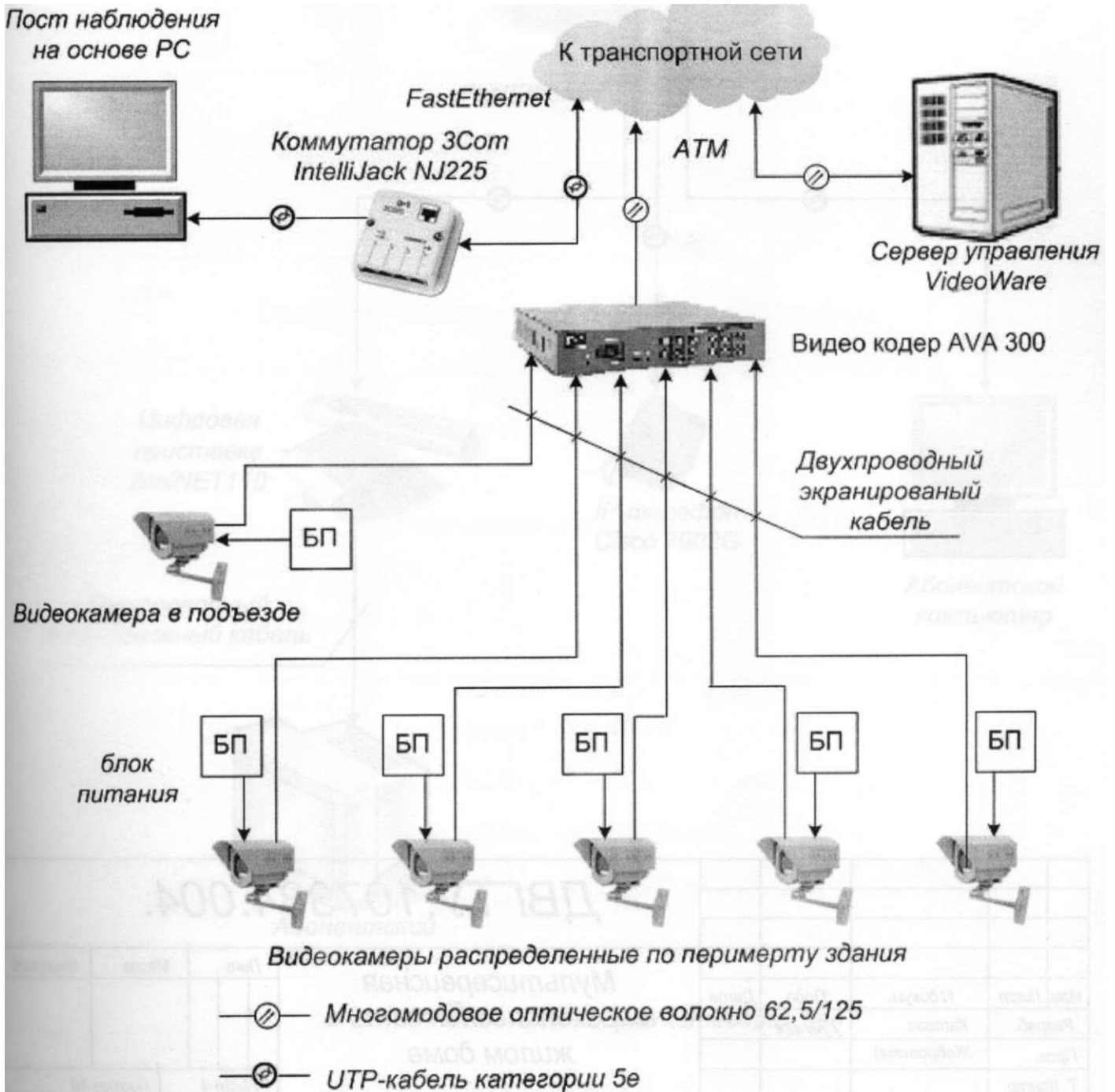
Конфигурация головной станции IPTV

Спутниковые антенны

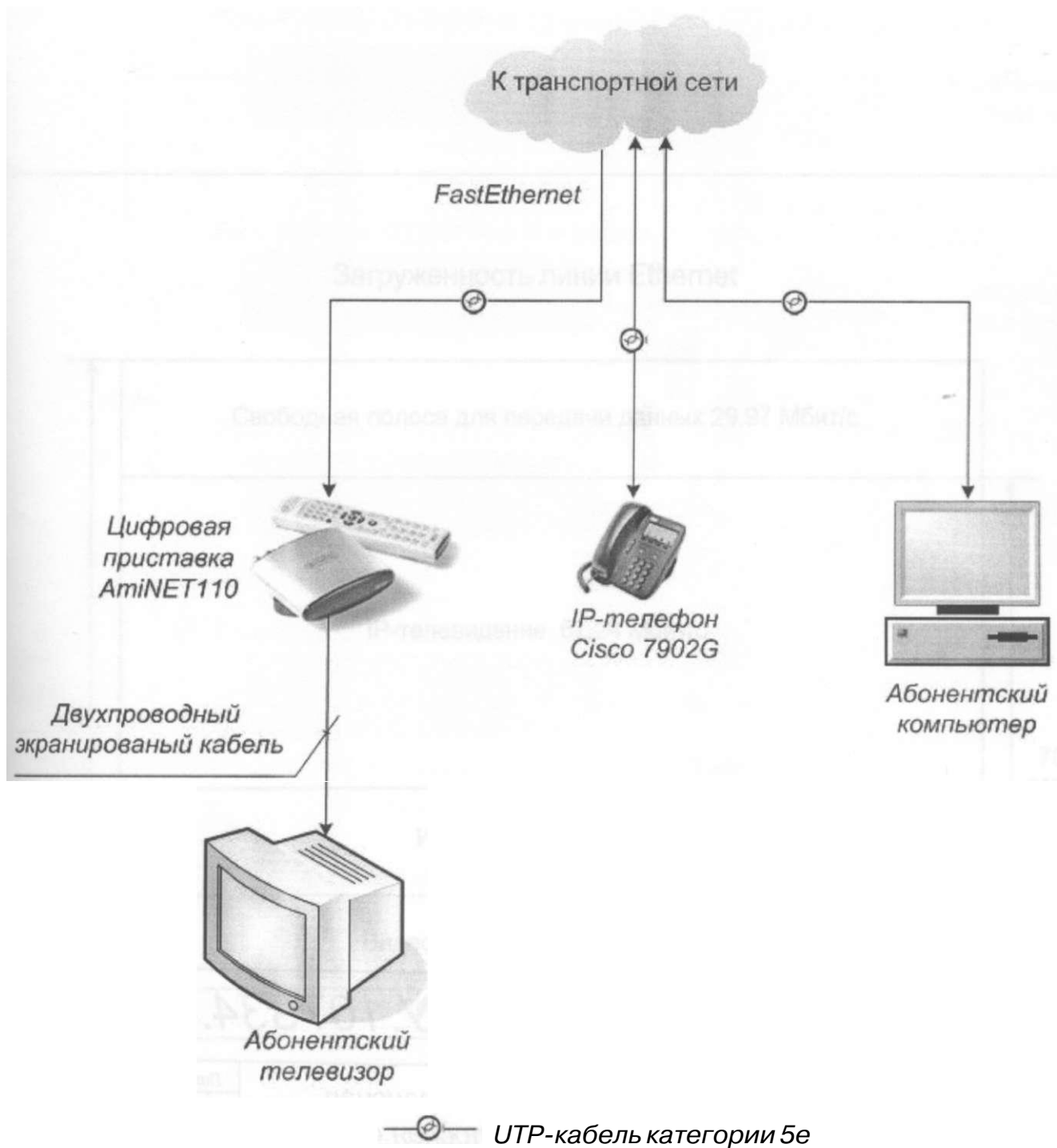
Эфирные антенны



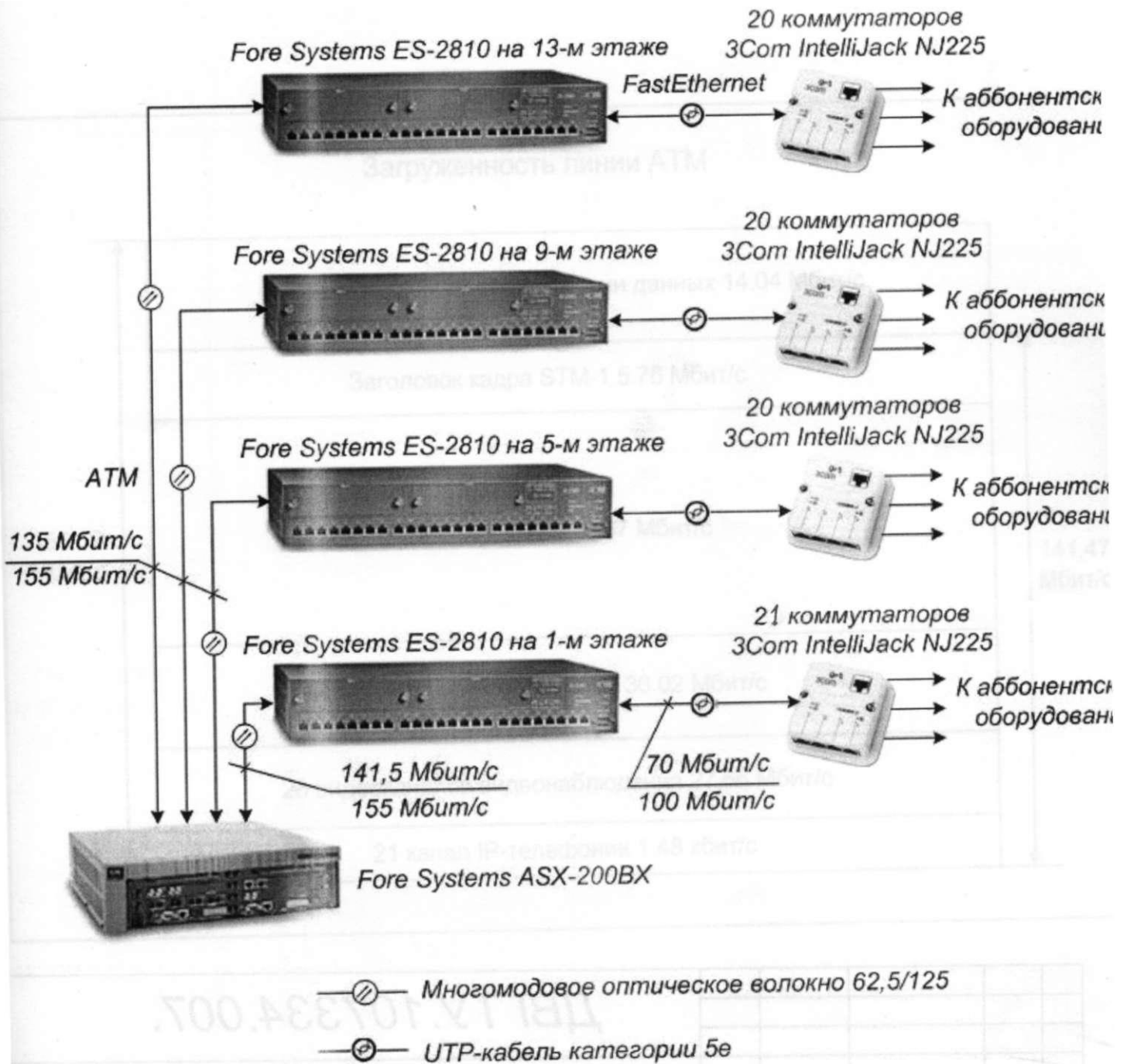
Конфигурация системы видеонаблюдения



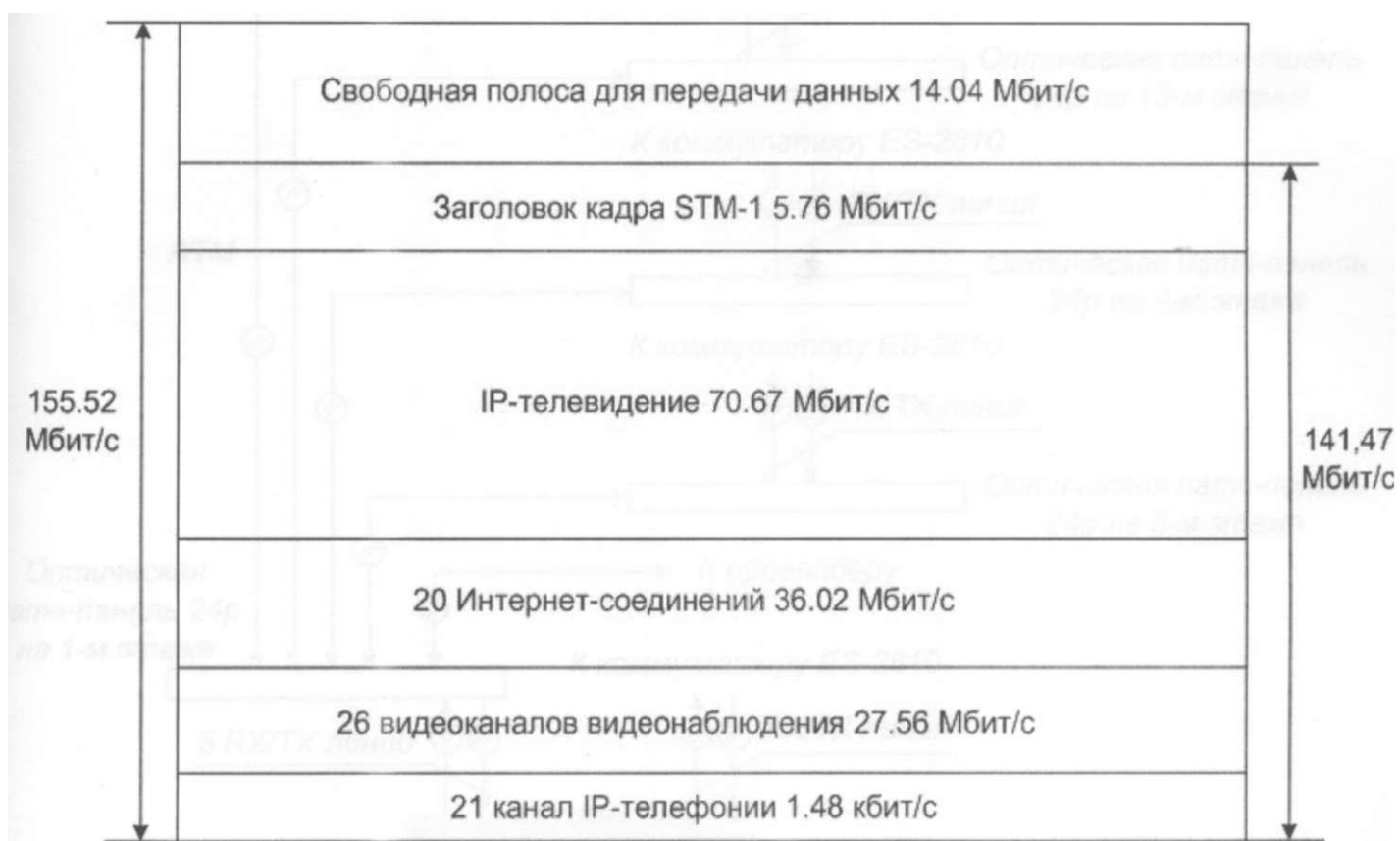
Конфигурация абонентского оборудования



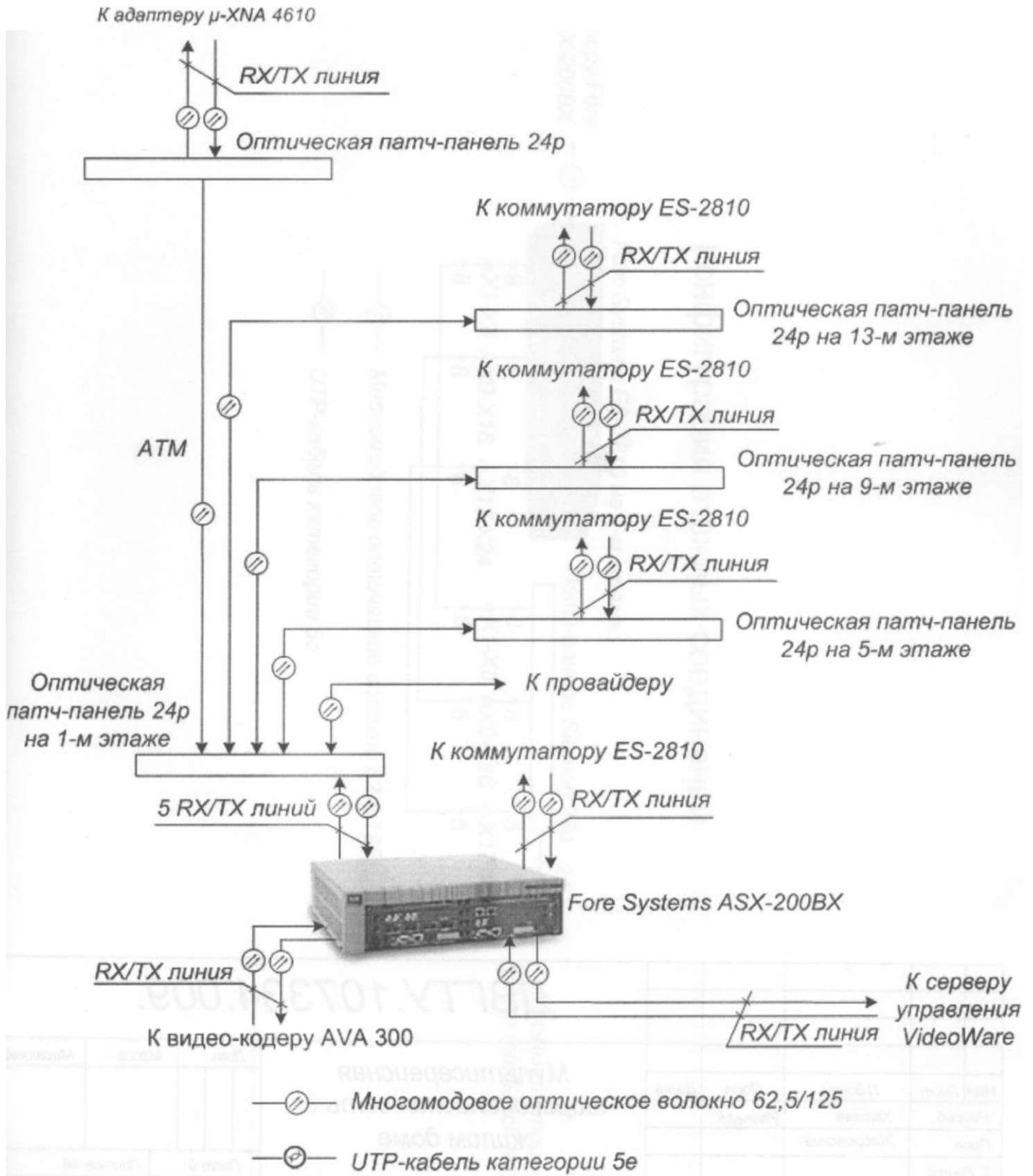
Конфигурация транспортной сети



Загруженность линии ATM



Конфигурация магистральных соединений



Конфигурация этажных соединений

