

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

К защите  
Заведующий кафедрой

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015г.

## Выпускная квалификационная работа бакалавра

на тему: «Дистанционное наблюдение объектами через GEPON технологии и её  
качественные показатели».

Выпускник \_\_\_\_\_ **Худайбергганов Ж.Д.**  
(подпись) (Фамилия)

Консультант \_\_\_\_\_ **Рахимов Т.Г.**  
(подпись) (Фамилия)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(подпись) (Фамилия)

Консультант по ОТ и ТБ \_\_\_\_\_ **Кадиров Ф.М.**  
(подпись) (фамилия)

Ташкент-2015

МИНИСТЕРСТВО ПО РАЗВИТИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет \_\_\_\_\_ ТТ \_\_\_\_\_ кафедра \_\_\_\_\_ СТРВ \_\_\_\_\_  
Направление \_\_\_\_\_ РРТ \_\_\_\_\_ - **5522100** \_\_\_\_\_

**У Т В Е Р Ж Д А Ю**

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_

<< \_\_\_\_\_ >> \_\_\_\_\_ 2015 г.

**З А Д А Н И Е**

на выпускную квалификационную работу студента

**Худайберганаов Журабек Давлатбоевич**

(фамилия, имя, отчество)

на тему «**Дистанционное наблюдение объектами через GERON технологии и её  
качественные показатели**»

1. Тема утверждена приказом по университету от \_\_\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_.
2. Срок сдачи законченной работы \_\_\_\_\_
3. Исходные данные к работе: Оборудование и камеры в видеонаблюдения. Дистанционный видеонаблюдения с помощью ВОЛС.
4. Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих к разработке вопросов) 1. Обзор и анализ технологии, системы видеонаблюдения. 2. Преимущество GERON технологии при передачи и управлении видео данных. 3. Организация и управления дистанционной видеонаблюдения с помощью GERON технологии
5. Перечень графического материала: \_\_\_\_\_ слайдов по теме.
6. Дата выдача задания \_\_\_\_\_

Руководитель Рахимов Т.Г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял \_\_\_\_\_  
(подпись)

7. Консультанты по отдельным разделам выпускной работы

№	Наименование раздела	Срок выполнения	Подпись руководителя (консультанта)
1	Обзор и анализ технологии, системы видеонаблюдения.	30.01.15 г.	
2	Преимущество GERON технологии при передаче и управлении видео данных.	30.02.15 г.	
3	Организация и управления дистанционной наблюдения с помощью GERON технологии.	30.03.15 г	
4	Безопасность жизнедеятельности и экология	30.04.15 г	

8. График выполнения работы

Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание получил
1. Обзор и анализ технологии, системы видеонаблюдения	Рахимов Т.Г.	25.12.14 г	25.12.14 г.
2. Преимущество GERON технологии при передаче и управлении видео данных.	Рахимов Т.Г.	30.01.15 г.	30.01.15 г.
3. Организация и управления дистанционной наблюдения с помощью GERON технологии.	Рахимов Т.Г.	30.02.15 г.	30.02.15 г
4. Безопасность жизнедеятельности и экология	Қодиров Ф.М	18.05.15 г	25.05.15 г.

Выпускник \_\_\_\_\_ <<\_>> \_\_\_\_\_ 2015 г.  
Подпись

Руководитель \_\_\_\_\_ <<\_>> \_\_\_\_\_ 2015 г.  
Подпись

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены дистанционные наблюдения через GEPON технологии. Приведены составляющие оборудования в цифровой видеонаблюдения и ВОЛС (Волокна Оптический Линия Связи).

Кроме этого рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности и экологии.

Ушбу битирув малакавий ишида GEPON технологияси орқали видео кузатув технологиялари кўриб чиқилди. Бундан ташқари рақамли видеокузатув жихозлари ва ОТАТ (Оптик толали Алока тармоғи) тахлил қилинди.

Бундан ташқари ҳаёт фаолият хавфсизлиги ва экология масалалари ҳам кўриб чиқилди.

In this final qualifying work the remote monitoring through GEPON technology. Refer component equipment in the digital video and FOCL (Fiber Optical Communication Lines)

In addition, considered questions about safety of life and environment.

<b>ОГЛАВЛЕНИЕ</b>	
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ.....	9
1.1. Телекамеры в системах видеонаблюдения.....	9
1.2 Технические параметры и ПЗС-телекамеры .....	11
1.3. Устройства обработки видеосигналов.....	17
1.4. Цифровое сет в видеонаблюдение.....	21
1.5. Средства передачи видеосигнала и сетевые технологии в системах видеонаблюдения.....	25
2. ПРЕИМУЩЕСТВО GERON ТЕХНОЛОГИИ ПИ ПЕРЕДАЧИ И УПРАВЛЕНИЯ ВИДЕО ДАННЫХ.....	36
2.1. Архитектуры на базе технологии GERON .....	36
2.2 Высокая рабочая скорость передачи данных.....	
2.3. PMD и GTC уровень технологии GERON и структура кадра GTC TC..	40
2.4. Защиты информации в сетях GERON.....	46
2.5. Система управления и контроля объектами сети GERON.....	60
2.6. Проблема сетей PON и затраты на эксплуатацию.....	64
2.7. Преимущества GERON по сравнению с другими технологиями PON..	66
3. ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЮ GERON ТЕХНОЛОГИИ.....	67
3.1 Проектирования системы видеонаблюдения .....	67
3.2. Волокно-оптический линии в системах видеонаблюдения.....	76
3.3. Принципы передачи видеосигнала по волоконно-оптическим линиям	77
3.4. IP видеонаблюдение и цифровые IP камеры.....	80
3.5. Особенности передачи видеосигналов и звука по ВОЛС.....	84
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ.....	89
4.1. Защита людей от поражения электрическим током при работе на оборудовании и с электрооборудованием.....	89

4.2. Классификация чрезвычайных ситуаций.....	95
4.3. Соизмерения природных и производственных потенциалов территории..	100
Заключение.....	104
Список литературы.....	107

## Введение

В своем докладе Президент Республики Узбекистан Ислам Каримов на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2012 года и приоритетам социально-экономического развития на 2013 год 18 января 2013 года отметил, что осуществлен поэтапный переход на цифровое телевидение путем установки телепередатчиков в Ферганской, Навоийской, Сырдарьинской и Сурхандарьинской областях, что позволило довести уровень охвата населения цифровым телевидением до 42 процентов [1].

Чрезвычайно важное значение приобретает в этом плане безусловное выполнение разработанной на 2013 год Инвестиционной программы, в которой предусматривается осуществление более 370 стратегически важных проектов.

Из общего объема выделяемых на эти цели 13 миллиардов долларов 75 процентов составляют средства, финансируемые за счет внутренних источников, остальная часть – это привлекаемые иностранные инвестиции [2].

Все большее значение приобретает ускоренная реализация мер и проектов в сфере информационно-коммуникационных и телекоммуникационных технологий. Необходимо в кратчайшее время не только устранить имеющее место отставание по многим видам оказания информационных услуг, но и выйти в разряд передовых стран с высоким уровнем внедрения информационно-коммуникационных технологий.

Системы видеонаблюдения и охранного телевидения (ССТV) - интереснейшая область телевизионных технологий. Основная сфера применения - системы видеонаблюдения, но многие компоненты и концепции охранного телевидения с успехом можно реализовать в системах контроля промышленного производства, в больницах или студенческих городках.

В последние годы резко вырос спрос на подключение к сетям широкополосного доступа (ШД). Одной из основных причин этого роста

стала популярность цифрового телевидения и видеоконтента, которая в свою очередь стимулируется снижением цен и повышением качества современных «плоских» телевизоров. Практически все новые жидкокристаллические или плазменные телевизионные панели с диагональю более 32 дюймов, способны показывать видеоизображение стандарта высокой четкости (HDTV).

GEPON – это современная технология построения оптических сетей доступа («последняя миля» по волокну). Аббревиатура GEAPON расшифровывается как Gigabit Ethernet Passive Optical Network – Гигабит Этернет пассивная оптическая сеть. Сеть технологии GEAPON заключается в том, что между центральным узлом, обеспечивающим подключение к магистралям (IP, SDH, ATM), и абонентскими узлами создается пассивная оптическая сеть древовидной топологии. Из центральной карты GEAPON выходит одно оптическое волокно, которое делится с помощью оптических разветвителей (сплиттеров) на несколько десятков абонентских устройств.



# **1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ, СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ**

## **1.1. Телекамеры в системах видеонаблюдения**

Самый первый и наиболее важный элемент системы видеонаблюдения - это элемент, формирующий изображение, то есть телекамера.

Термин «камера» произошел от латинского camera obscura, что означает «темная комната». В средние века такие комнаты использовали художники. Затемненная комната кубической формы с выпуклой линзой с одной стороны и экраном, на который проецировалось изображение с другой, использовалась художниками для формирования изображений и последующей их зарисовки.

Во всех случаях используются объективы с определенным фокусным расстоянием и углом обзора, различными для различных форматов. Объективам свойственны ограниченная разрешающая способность и наличие искажений (или аберраций), и особенно это заметно в пленочных камерах. Это происходит потому, что разрешение пленки все еще гораздо выше, чем разрешение электронных камер, хотя с каждым днем появляются все новые и новые ПЗС-матрицы более высокого разрешения. Для примера, используемые в видеонаблюдении ПЗС-матрицы высокого разрешения содержат 752 x 582 пикселей (элементов изображения), а цветная негативная 35-мм пленка в 100 ISO имеет разрешение, эквивалентное 8000 x 6000 элементов (эмульсионных зерен пленки). Типичное разрешение пленки - 120 линий на мм.

### **Телекамеры с передающими трубками**

Первые камеры изготавливались из стеклянных трубок и светочувствительного люминофорного покрытия на внутренней поверхности стекла. Сегодня мы называем их передающими трубками[3].



Рис.1.1. Студийная телевизионная камера с передающей трубкой (1952г.)



Рис. 1.2. Принцип работы передающей трубки

Работают передающие трубки по принципу фото чувствительности, основанному на фотоэффекте. Свет, проецируемый на люминофорный слой трубки (называемый мишенью) обладает энергией, достаточной, чтобы вызвать выбивание электронов из кристаллической решетки люминофора. Число выбиваемых электронов пропорционально свету, и таким образом формируется электрическое представление световой проекции. При появлении видеонаблюдения существовало два основных типа трубок.

## **1.2. Технические параметры ПЗС-телекамеры ПЗС - это прибор с зарядовой связью.**

Основной принцип работы ПЗС заключается в сохранении информации электрических зарядов в фотоэлементах, а затем, когда потребуется, передаче этих зарядов на выходной каскад.



Рис. 1.3. ПЗС-телекамеры

Если ПЗС-матрица используется в качестве фотоприемника, то концепция сдвига остается прежней, но вот вместо использования зарядовых пакетов для хранения цифровой информации (в случае, когда ПЗС-матрица служит запоминающим устройством), мы имеем фотоэлектронную генерацию электронов пропорционально количеству света, падающего на область формирования изображения, затем эти заряды сдвигаются вертикально и/или горизонтально так же, как сдвиговые регистры в цифровых схемах сдвигают двоичные значения.

Зарядовые пакеты - как только они сформировались в фотоэлементах матрицы - «стекают» на выходной каскад при использовании методов зарядовой связи. Таким образом электрическая связь обеспечивается управлением напряжением и временем для каждой ячейки, называемой элементом изображения (пиксел).

Вот основные преимущества ПЗС-телекамер в сравнении с телекамерами на передающих трубках:

- очень низкая минимальная освещенность (для черно-белых до 1 лк на объекте);
- отсутствие геометрических искажений благодаря точной двумерной конструкции;
- низкое энергопотребление;
- не требуется высокое напряжение для ускорения луча;
- маленькие размеры;
- не подвержены воздействию внешних электромагнитных полей;
- и самое важное неограниченное время жизни электронов, генерируемых фотоэффектом.

Информация с полупроводниковой ПЗС-матрицы (прибора с зарядовой связью) с фоточувствительными пикселями (элементами изображения) считывается электронными импульсами специальной формы

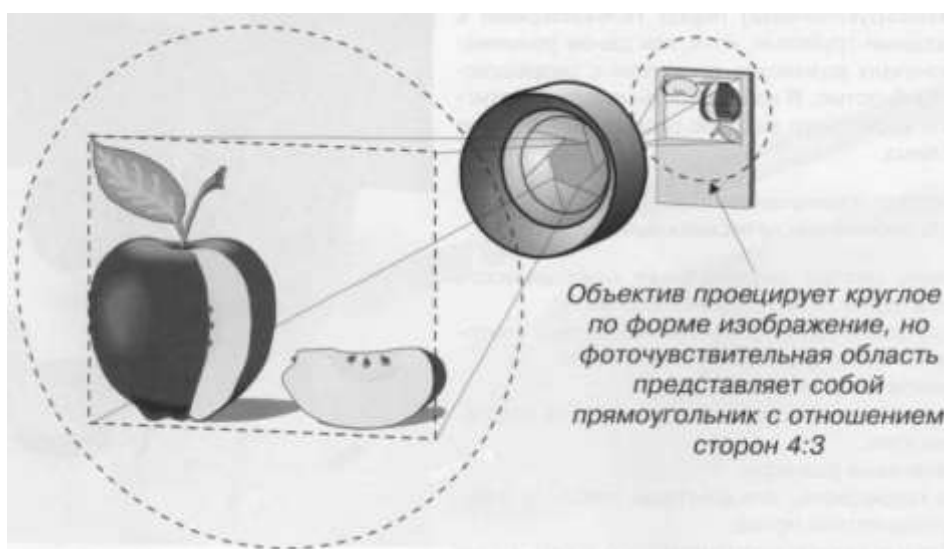


Рис. 1.4. Принцип работы ПЗС-телекамеры

Аналогично мы можем найти, что эквивалентная чувствительность цветной ПЗС-телекамеры равна примерно 5000 ISO, что тоже немало по фотостандартам.

Химическая (пленочная) фотография постепенно соединяется с электронными камерами. Говоря о компьютеризации фотографических процессов и цифровых технологиях, а также о появлении различных фотостандартов CD, следует отметить, что фотокамеры тоже претерпевают

революционные изменения, и мы скоро увидим новые фотокамеры на ПЗС с увеличенной светочувствительностью.

В цветных ПЗС-камерах, напротив, нужно использовать ИК-отсекающий фильтр, так как спектральная характеристика ПЗС-матрицы, которая отлична от характеристик человеческого глаза, должна соответствовать спектральной чувствительности человеческого глаза. Это к тому же одна из причин того, почему цветные ПЗС-камеры менее чувствительны, чем ч/б.

Типичная черно-белая ПЗС-матрица без инфракрасного фильтра может дать приемлемый уровень видеосигнала всего на 0.01 лк. Та же телекамера с ИК-фильтром потребует освещенности на объекте в 0.1 лк.

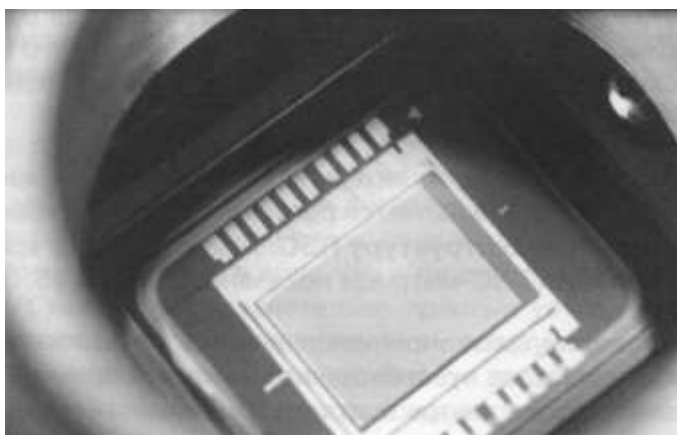


Рис.1.5. Ч/б ПЗС-матрица без инфракрасного отсекающего фильтра

Современные цветные телекамеры характеризуются минимальной освещенностью на объекте в 2 лк при F/1.4 и дают видеосигнал приемлемого уровня (от 0.3 до 0.5 В).

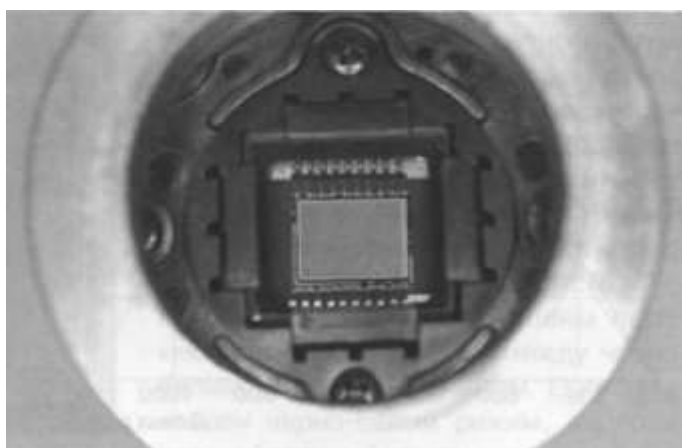


Рис. 1.6. Цветная ПЗС-матрица с инфракрасным отсекающим фильтром

Развитие ПЗС-технологии достигло такого уровня, что стало возможно производство матриц с несколькими миллионами пикселей. В цифровой фотографии 6-мегапиксельные матрицы стали уже привычными, а производители пытаются добиться и большего. Что касается систем видеонаблюдения, то здесь мы ограничены стандартами аналогового телевидения, поэтому сейчас редко встречаются ПЗС-матрицы с разрешением выше, чем, например, 752x584 пикселей, что дает примерно 400,000 пикселей.

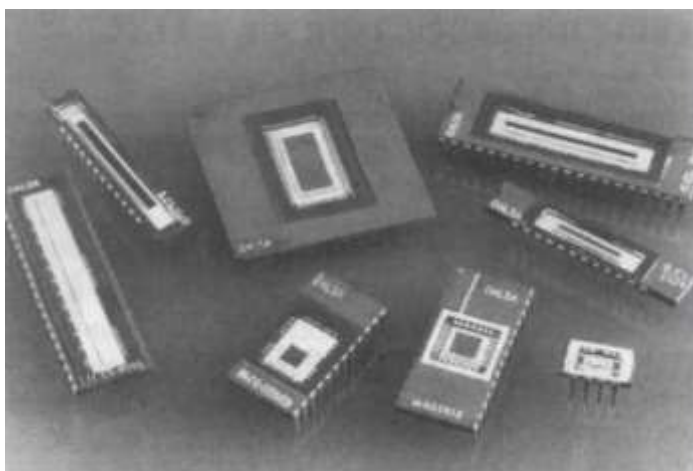


Рис. 1.7. Различные типы ПЗС-матриц

Некоторые разработчики систем видеонаблюдения применяют еще одно интересное решение, в рамках которого используются стандартные телекамеры с длиннофокусными объективами, которые организованы в матрицы 3x3 или даже 4x4 телекамеры и направлены на какой-то объект таким образом, что поле их зрения друг с другом немного пересекается. Полученные изображения передаются на стену, состоящую из 3x3 или 4x4 мониторов, что дает суммарное разрешение от 3.6 до 6.4 миллионов пикселей. В результате получается очень большое и детализированное изображение, которое можно записать и на обычный цифровой видеорегистратор стандартного разрешения.



Рис. 1.8. Телекамера Sentry-Score с ПЗС-матрицей и разрешением 21 миллион пикселей позволяет разглядеть очень мелкие детали

### **Технические параметры телекамер**

Основные задачи телекамеры - захват изображений, разбиение их на ряд неподвижных кадров и строк, передача и быстрое воспроизведение на экране, в результате чего человеческий глаз воспринимает их как движущееся изображение.

Выбирая телекамеру, мы должны принимать во внимание ряд характеристик. Некоторые из них очень важны, другие не очень, все зависит от применения.

Различные производители используют различные критерии и методы оценки, и в большинстве случаев, даже если мы знаем, как интерпретировать все числа из технического паспорта, нам все же приходится самим оценивать качество изображения, сравнивая его с изображением, даваемым другой телекамерой.

Сравнительный тест - это зачастую наилучший и единственный объективный способ проверки характеристик телекамеры - вертикального ореола, шума, чувствительности и пр.

### **Цветные ПЗС-телекамеры**

Цветное телевидение - это очень сложная наука. Основная концепция цветного телевидения, как уже говорилось, заключена в комбинировании трех основных цветов: красного, зеленого, синего. Цветовое смещение происходит в нашем глазу, когда мы смотрим на экран видеомонитора с

некоторого расстояния. Дискретные цветные элементы (R, G и B) столь малы, что на самом деле мы видим результирующий цвет, получившийся в результате аддитивного смешения трех компонент.

Светоделительная призма — это очень дорогой и точный оптический блок с дихроическими зеркалами. Такие телекамеры называются трехматричными цветными телекамерами и нечасто применяются в системах видеонаблюдения, так как они значительно более дорогие, чем одноматричные телекамеры. Однако они имеют очень высокую разрешающую способность и превосходные технические характеристики.

В видеонаблюдении чаще всего используются одноматричные цветные телекамеры. Они формируют композитный цветной видеосигнал, известный как CVBS. Три компоненты видеосигнала, входящие в состав CVBS: яркостной сигнал (Y), красный цветоразностный ( $V=R-Y$ ) и синий цветоразностный ( $U=B-Y$ ). Они квадратурно модулированы и вместе с яркостным образуют композитный цветной видеосигнал. Затем в цветном видеомониторе эти компоненты обрабатываются и получают первичные сигналы R, G и B.



Рис. 1.9. ПЗС – цветной камера



### **1.3. Устройства обработки видеосигналов**

Простая концепция «камера-монитор» используется только в небольших системах видеонаблюдения. В более крупных системах сигнал до воспроизведения на видеомониторе проходит через видеокоммутатор или другое оборудование, осуществляющее обработку видеосигнала. Термин «устройство обработки видеосигналов» относится к любому электронному устройству, выполняющему ту или иную обработку видеосигнала: переключение между несколькими входами, сжатие на один квадрант экрана, подъем высоких частот и др. Аналоговое коммутационное оборудование самое простое и наиболее широко распространенное устройство, используемое в небольших и средних видеосистемах - это последовательный видеокоммутатор.

#### **Последовательные видеокоммутаторы**

Поскольку в большинстве систем видеонаблюдения телекамер больше, чем видеомониторов, то требуется устройство, последовательно переключающееся с сигнала одной телекамеры на сигнал другой. Такое устройство называется последовательным видеокоммутатором. Последовательные видеокоммутаторы бывают разные. Самый простой - это 4-входовый видеокоммутатор, есть 6, 8, 12, 16 и даже 20-входовые видеокоммутаторы. На передней панели видеокоммутатора расположен ряд кнопок для каждого входа, и кроме переключателя для ручного выбора телекамер есть переключатель для включения телекамер в последовательность или их обход. При помощи переменного резистора может быть изменено время наблюдения. Наиболее распространенная и целесообразная установка времени наблюдения составляет 2-3 секунды. Более короткое время слишком непрактично и будет утомлять глаза оператора, а более длительное время сканирования может привести к потере информации с тех телекамер, которые не отображались в это время на экране[5].



Рис. 1.10. Простой 8-канальный последовательный видеокоммутатор

Последовательные коммутаторы с входами тревоги довольно часто имеют два выхода, один - для вывода изображений в режиме последовательного переключения, другой - для вывода изображения по тревоге (второй выход часто называется «тревожный» или «spot»).

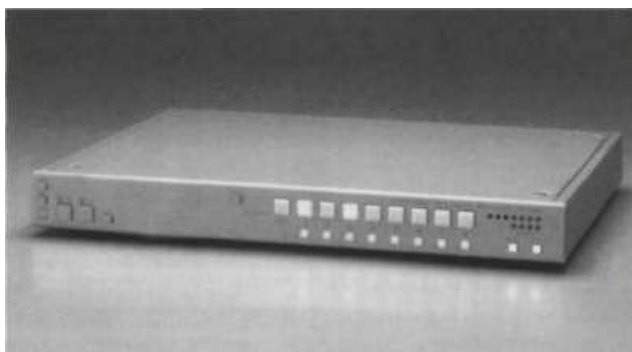


Рис. 1.11. Усовершенствованный видеокоммутатор

Последовательный видеокоммутатор (или для краткости коммутатор) - это самое экономичное устройство в цепи между совокупностью телекамер и видеомонитором.

### **Матричные видеокоммутаторы**

Матричный видеокоммутатор (Video Matrix Switcher - VMS) приходится старшим братом последовательному коммутатору. Матричный видеокоммутатор (VMS) является мозгом системы и входит в состав больших систем видеонаблюдения.



Рис. 1.12. Усовершенствованный матричный видеокоммутатор

Если мы расположим на схеме видеовходы против видеовыходов, то получим матрицу - отсюда и название «матричный». Довольно часто матричные видеокоммутаторы называют узловыми (cross-point). Узлы (или точки пересечения) - это электронные переключатели, которые в любой момент могут подключить любой вход к любому выходу, сохраняя при этом режим согласования нагрузки.



Рис. 1.13. Клавиатура интеллектуального, эргономичного и конфигурируемого матричного видеокоммутатора

VMS стали достаточно интеллектуальными и мощными, так что стало возможным управление другими сложными устройствами. Это освещение в здании, кондиционирование воздуха, контроль открывания дверей и шлагбаумов на автомобильных стоянках, управление электроснабжением и другими ежедневными операциями, производимыми в определенное время суток или при конкретных обнаруживаемых обстоятельствах.

## Видеодетекторы движения

Видеодетекторы движения (Video Motion Detector - VMD) - это устройства, анализирующие поступающие на вход видеосигналы и определяющие наличие изменений в видеосигнале; в случае их появления активируется выход тревоги.



Рис. 1.14. Простой аналоговый одноканальный видеодетектор движения

Быстро развивающаяся технология обработки изображений позволяет запоминать и обрабатывать изображения в течение очень короткого времени. Если время обработки равно или меньше  $1/50$  с (PAL) или  $1/60$  с (NTSC), что, как мы знаем, равно скорости обновления «живого» видео, то мы можем обрабатывать изображение без потери полей и сохранить видимость «движения в реальном времени».

VMD нередко являются лучшим решением, чем пассивные инфракрасные детекторы (PIR), не только потому, что причину тревоги можно увидеть, но и потому, что VMD точно анализирует все, что видит телекамера. Если используются PIR-детекторы, то зона охвата датчиков должна соответствовать полю обзора телекамеры, - только тогда система будет эффективна. Если в системе несколько телекамер, то мы не сможем переключаемые видеосигналы подавать на VMD, так как это будет постоянно вызывать сигналы тревоги, и тогда нам потребуется по одному VMD на телекамеру. В системах последующей обработки видеосигнала метки зоны чувствительности могут быть сделаны невидимыми, оставаясь при этом активными. Следующий шаг VMD-технологии - это цифровой видеодетектор

движения (DVMD), еще более сложное и популярное устройство. И конечно же, более дорогое, но при этом более надежное и дающее меньшее количество ложных тревог.

### **Устройства видеопамати**

Концептуально устройство видеопамати - это очень простое электронное устройство, предназначенное для временного хранения изображений. Две его основные части - это аналого-цифровой преобразователь и оперативное запоминающее устройство (RAM). Первая часть осуществляет преобразование аналогового видеосигнала в цифровой код, который затем сохраняется в ОЗУ до тех пор, пока подключено питание.

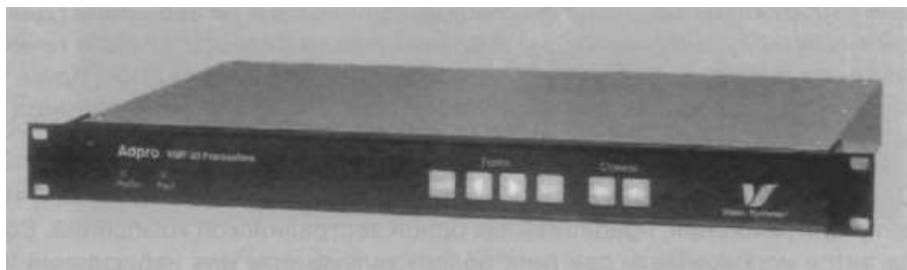


Рис. 1.15. Устройство видеопамати

### **1.4. Цифровое сет в видеонаблюдение**

Всего несколько лет назад к тем немногим компонентам систем видеонаблюдения, которые работали с цифровым видео, относились устройства видеопамати, видеоквадраторы, видео-мультиплексоры, внутренние схемы телекамер с цифровой обработкой видеосигналов (Digital Video Processing - DSP). Но ситуация изменилась. Качество телекамеры всегда остается отправной точкой, от которой мы отсчитываем качество системы видеонаблюдения, но теперь равным образом стали важны и качество записанного цифрового изображения, и качество обработки этого изображения.

Существует два варианта: телевидение стандартной четкости (SDTV, Standard Definition), у которого соотношение сторон 4:3 и привычное качество, и телевидение высокой четкости (HDTV, High Definition) с соотношением сторон 16:9 и примерно в 5 раз большим количеством

пикселей. Во многих странах мира уже ведется телевизионное вещание в цифровой форме, обычно в том и другом формате (SDTV и HDTV). Неудивительно, что большинство потребителей предпочитают стандарт HDTV, у которого выше разрешение и соотношение сторон, характерное для широкоформатного экрана кинотеатра, но так как в видеонаблюдении мы имеем дело со стандартным разрешением, то в этой мы рассмотрим все основные вопросы, связанные с цифровым видео стандартного разрешения с соотношением сторон 4:3. Цифровые видеорегистраторы (DVR) и сетевые телекамеры стали причиной нового роста в индустрии видеонаблюдения, источником больших прибылей и новых идей решений в разработке интеллектуальных систем видеонаблюдения. Они сделали очень зыбкой и практически невидимой ту границу, которая отделяет компьютеры, сетевые и информационные технологии от видеонаблюдения.

### **Цифровые видеорегистраторы (DVR)**

В настоящее время в видеонаблюдении эпоха записи на видеокассеты практически завершилась.



Рис. 1.16. Цифровые видеорегистраторы

Хранение многих недель записи от нескольких телекамер перестало быть проблемой. Современные жесткие диски теперь имеют малое время доступа и при использовании хорошего алгоритма сжатия теперь на одном жестком диске можно хранить и воспроизводить в режиме реального времени (то есть с частотой обновления кадров «живого» видео) записи от нескольких телекамер одновременно. Стоимость жестких дисков ежедневно снижается. Читателям, вероятно, интересно будет узнать, что когда шла работа над предыдущим изданием этой книги, появился первый жесткий диск формата 3.5 дюйма с емкостью 30 Гбайт. В связи с возросшим значением жестких дисков для современной системы видеонаблюдения, эту главу мы завершим обсуждением их наиболее важных технических параметров. Суммарное время записи, то есть сколько дней или недель записи может храниться на жестком диске определенной емкости (например, 300 Гбайт) зависит от типа сжатия и качества исходного изображения. Также очень важным фактором будет вид записи: постоянная запись или запись по детектору движения. Запись по детектору движения стала очень популярной в видеонаблюдении, так как она позволяет увеличить время записи как минимум в 2-3 раза (это очень сильно будет зависеть от качества самого детектора движения).



Рис. 1.17. Типичное отображение нескольких телекамер на одном экране, что обычно доступно в режиме наблюдения и просмотра архива.

Цифровые системы видеонаблюдения без сжатия изображения были бы невозможны. Существуют различные стандарты сжатия изображения в

вещательном телевидении, для передачи видео в сети Интернет, для записи на DVD и т.д., но в индустрии видеонаблюдения используются практически все стандарты сжатия, за исключением немногих, что позволяет достичь лучшего компромисса между максимально высоким уровнем сжатия и максимально возможным качеством изображения. Это особенно важно, когда на один цифровой видеорегистратор мы записываем несколько телекамер (мультиплексированная запись нескольких телекамер, обычно 16, 18, 24 или 32 телекамеры). Существует большое количество стандартов сжатий и их разновидностей, которые предлагают различные преимущества[6].

Один кадр несжатого видео может занимать около 1.244 Мбайт для PAL ( $720 \times 576 \times 3 = 1.2$  Мбайт), если мы предполагаем 3 цветовые компоненты и 8-битную оцифровку, а 8 бит равно 1 байт. В видеонаблюдении мы обычно имеем дело со сжатыми изображениями, размер которых менее 100 кбайт, а зачастую даже меньше 10 кбайт.



Рис. 1.18. Типичная сетевая телекамера. (у нее нет аналогового видеовыхода)

Размеры видеопотоков хорошего качества от нескольких телекамер могут быть достаточно велики, несмотря на сжатие изображения, а это потребует применения лучших кабелей для повышения пропускной способности локальной сети.





Рис. 1.19. Правильный выбор сжатия, телекамеры и объектива позволяет четко рассмотреть номер автомобиля

### **1.5. Средства передачи видеосигнала и сетевые технологии в системах видеонаблюдения**

Изображение, зафиксированное объективом и телекамерой и затем преобразованное в электрический сигнал, поступает на коммутатор, видеомонитор или записывающее устройство. Для того чтобы видеосигнал попал из пункта А в пункт Б, он должен пройти через передающую среду. То же самое относится к сигналу управляющих данных. Самыми распространенными средствами передачи видеoinформации в видеонаблюдении являются:

- Коаксиальный кабель
- Кабель витой пары
- Микроволновая связь
- Радиочастотная передача (эфирная)
- Связь с помощью инфракрасного излучения
- Телефонная линия
- Оптоволоконный кабель
- Компьютерная сеть

Для видеопередачи чаще всего используется коаксиальный кабель, но все большую популярность приобретает волоконная оптика - благодаря ее превосходным характеристикам. Также можно использовать смешанные средства передачи, например, микроволновую передачу видеосигнала и передачу управляющих поворотным устройством и трансформатором данных (PTZ-данных) через витую пару[7].

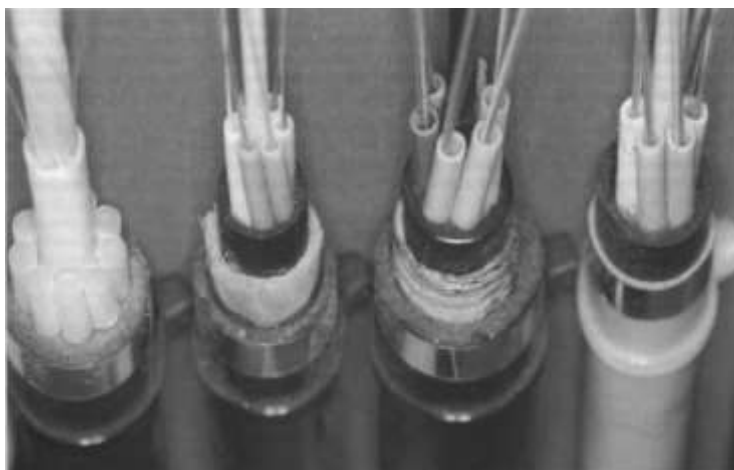


Рис. 1.20. Разнообразные оптоволоконные кабели

### **Коаксиальные кабели**

Коаксиальный кабель - самое распространенное средство передачи видеосигналов, а иногда видео и PTZ-данных вместе. Такую передачу называют несимметричной передачей, исходя из концепции коаксиального кабеля. Кабель имеет симметричное и соосное строение. Видеосигнал проходит через центральную жилу, в то время как экран используется для уравнивания нулевого потенциала концевых устройств - телекамеры и видеомонитора, например. И не только для этого, экран также защищает центральную жилу от внешних нежелательных электромагнитных помех (ЭМП).



Рис. 1.21. Поперечное сечение коаксиального кабеля

Идея соосного строения кабеля состоит в том, что все нежелательные ЭМП индуцируются только в экране. Если он должным образом заземлен, то наведенный шум разряжается через заземления телекамеры и монитора. С точки зрения электричества коаксиальный кабель замыкает контур между источником и приемником, где центральная жила кабеля является сигнальным проводом, а экран заземляющим. Поэтому передачу по коаксиальному кабелю и называют несимметричной передачей.



Рис. 1.22. Передача видеосигнала по коаксиальному кабелю

Ограничения кабеля являются, главным образом, результатом накопленного сопротивления и емкости, которые настолько высоки, что упомянутое приближение перестает работать, и сигнал получает значительные искажения. Это происходит, в основном, в форме падения напряжения, высокочастотной потери и групповой задержки. В видеонаблюдении чаще всего используется коаксиальный кабель RG-59/U,

который может успешно и без корректоров передавать ч/б сигналы на расстояние до 300 м и цветные - на расстояние до 200 м.

Медь - один из лучших проводников для коаксиального кабеля. Только золото и серебро обладают более высокими эксплуатационными показателями (сопротивление, коррозия), но для производства кабеля они слишком дороги. Многие полагают, что лучшие кабели получаются из покрытой медью стали, но это не так.

### Передача видеосигнала по витой паре

Витая пара - альтернатива коаксиальному кабелю. Этим кабелем пользуются в ситуациях, когда необходимо проложить линию длиной больше двухсот метров. Это особенно выгодно, когда пара проводов уже протянута между двумя точками.



Рис. 1.23. Симметричная передача видеосигнала (по витой паре)

Если используются обычные провода, то кабель витой пары обходится довольно дешево, но если используется особый кабель (рекомендованный производителями), с минимум 10-20 скрутками на один метр и защитной оболочкой, то это будет гораздо дороже. Передачу видеосигнала при помощи витой пары также называют симметричной видеопередачей. Ее идея очень проста и отличается от несимметричной (коаксиальной) передачи видеосигнала. А именно: чтобы минимизировать внешние электромагнитные помехи, по витой паре передается сбалансированный сигнал. Все нежелательные электромагнитные помехи и шум в конечном счете одинаково воздействуют на оба провода[10].

## Микроволновая связь

Микроволновая связь (СВЧ) используется для высококачественной беспроводной передачи видеосигнала. Видеосигнал сначала модулируется частотой, которая соответствует микроволновому диапазону электромагнитного спектра. Длины волны этого диапазона варьируются от 1 мм до 1 м. Используя известное уравнение, связывающее частоту и длину волны:

$$\lambda = c/T$$

где  $c$  - скорость света 300 000 000 м/с, мы можем подсчитать, что микроволновый диапазон лежит в пределах от 300 МГц и 300 ГГц. Верхний уровень фактически накладывается на инфракрасные частоты, которые не превышают 100 ГГц. Следовательно, нижняя часть инфракрасного спектра также входит в микроволновый диапазон. Однако практически, для микроволновой передачи видеосигнала обычно используются частоты от 1 до 10 ГГц.



Рис. 1.24. Микроволновая передача видеосигнала

Микроволновая связь позволяет передавать очень широкую полосу частот видеосигналов, а также, если необходимо, других данных (включая звук и/или PTZ-контроль). Полоса частот передачи зависит от модели передатчика. Качественные устройства обычно обеспечивают полосу частот в 7 МГц, которой достаточно для высококачественной передачи видеосигнала без заметного искажения.

Передатчик и приемник должны находиться на линии прямой видимости. В большинстве случаев передающие и приемные антенны представляют собой параболические антенны, аналогичные тем, что используются для приема спутникового телевидения.



Рис. 1.25. Микроволновые антенны и приемники



Рис. 1.26. Микроволновый передатчик

Многие параболические антенны имеют пластиковое или кожаное покрытие, защищающее внутреннюю параболическую поверхность. Это покрытие одновременно уменьшает воздействие ветра и защищает чувствительные части антенны от дождя и снега. Крепление и устойчивость антенны СВЧ-диапазона имеют первостепенную важность для качества связи. Чем большее расстояние требуется покрыть, тем больше должна быть антенна и более надежным должно быть крепление.

Мощность передачи и размер антенны, необходимой для определенного расстояния, должны быть подтверждены производителем. Для микроволновой связи на более коротких расстояниях могут использоваться стержневые антенны или другие типы непараболических антенн, что очень практично, если имеются проблемы с размещением. В данном случае возникают проблемы безопасности, связанные с

ненаправленной передачей сигнала, но есть и преимущества - довольно широкая область охвата.

### **Радиочастотная беспроводная (эфирная) передача видеосигнала**

Радиочастотная (РЧ) передача видеосигнала по модуляции напоминает микроволновую передачу. Однако основные различия заключаются в том, что частота модуляции лежит в ОВЧ и УВЧ (VHF и UHF) диапазонах и осуществляется «всенаправленная» передача сигнала. Направленная (директорная) антенна типа «волновой канал» (подобно внутренним антеннам, используемым для приема определенного телеканала) позволяет получать сигнал в более удаленных точках.

РЧ-передатчики обычно снабжены видео- и звуковыми входами, а методы модуляции напоминают методы модуляции микроволн, то есть, для видеосигнала используется амплитудная модуляция, а для звукового сигнала - частотная. Передаваемый спектр зависит от модели передатчика, но вообще он уже, чем при микроволновой связи. Обычно это 5.6 МГц, что достаточно для объединения звука и видео в один сигнал.

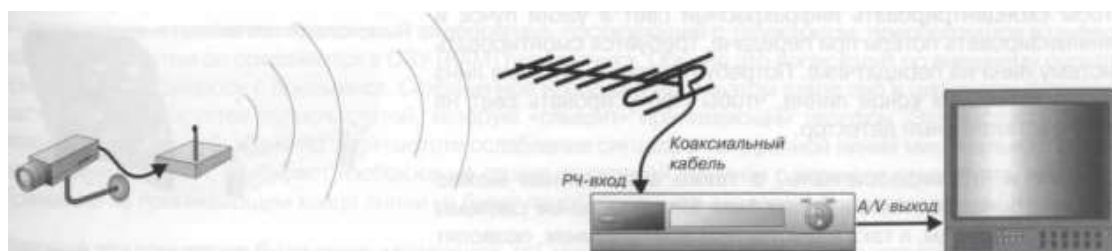


Рис. 1.27. Беспроводная (РЧ) передача видеосигнала

Подобными характеристиками обладает бытовая аппаратура - это так называемые «РЧ-отправители» или беспроводные модули связи с видеомэагнитофоном (VCR). В РЧ-модулятор с выходов видеомэагнитофонов подаются аудио- и видеосигналы, которые он перемодулирует и затем передает на другой видеомэагнитофон, находящийся в доме. Подобные устройства изготавливаются без расчета на видеонаблюдение, поэтому сигнал передается на расстояния в непосредственной близости от дома. Если требуется беспроводная передача на короткое расстояние, то это самый дешевый и удобный способ.

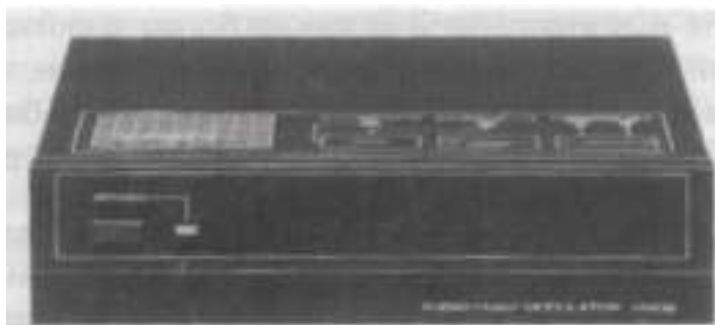


Рис. 1.28. РЧ-модулятор

Так как ОВЧ и УВЧ диапазоны предназначены для приема обычного сигнала телевидения, то вы должны (с разрешения местных властей) использовать каналы, не мешающие телевидению. В большинстве стран УВЧ-каналы с 36 до 39 преднамеренно не используются телевизионными станциями - они оставлены для VCR-TV связи, видеоигр и т.п.

Радиочастотная связь, в отличие от микроволновой связи, не требует прямой видимости, поскольку РЧ-излучение (в зависимости от того, УВЧ это или ОВЧ) может проходить через кирпичные стены, дерево и другие неметаллические объекты. Расстояние распространения радиосигнала зависит от многих факторов, и лучше всего проверять это в конкретных условиях (там, где будет использоваться РЧ-передатчик).

### **Инфракрасная беспроводная передача видеосигнала**

Из заголовка понятно, что инфракрасная передача использует для передачи видеосигнала оптические средства. Источником света является инфракрасный светодиод. Яркость световой несущей модулирована видеосигналом. Данный тип передачи напоминает нечто среднее между микроволновой передачей и оптоволоконной (которая рассматривается ниже). Вместо микроволновых частот используются инфракрасные частоты (ИК-частоты выше). И вместо оптоволоконного кабеля (что имеет место в волоконной оптике, опирающейся на принципы полного внутреннего отражения), используется открытое пространство.





Рис. 1.29. Инфракрасная (эфирная) передача видеосигнала

Чтобы сконцентрировать инфракрасный свет в узкий пучок и минимизировать потери при передаче, требуется смонтировать систему линз на передатчике. Потребуется также система линз на принимающем конце линии, чтобы сфокусировать свет на фоточувствительный детектор. Цветные и ч/б видеосигналы, а также аудиосигнал можно передавать на расстояние более 1 км. Более мощные системы линз и светодиоды, а также чувствительный приемник, позволят передавать сигнал на большие расстояния.



Рис. 1.30. Инфракрасный видео  $T_x/R_x$

Необходимо принять специальные меры предосторожности для обеспечения благоприятного температурного режима в зоне передатчика, иначе на приемник могут попасть инфракрасные частоты, излучаемые горячими стенами, раскаленными крышами и металлическими объектами.

### **Передача изображений по телефонной линии**

Вначале были системы slow-scan TV (ТВ медленного сканирования). Такая система передавала видеоизображение по телефонной линии с очень маленькой скоростью - один полный кадр черно-белого изображения передавался десятки секунд. Затем появились системы fast scan TV, которые стали популярной альтернативой системам slow-scan. Когда готовилось это издание книги, практически вся индустрия видеонаблюдения перешла на использование сети Интернет, которая оказалась прекрасной заменой телефонным коммуникациям при передаче видеоизображения, поскольку

Интернет-коммуникации в большинстве случаев стали настолько же хорошими, как и телефонные. Большинство организаций и частных лиц сейчас имеют высокоскоростные линии связи для подключения к сети Интернет. Как правило, для этого используется уже проложенная телефонная пара проводов (DSL, цифровая абонентская линия).

Передачики «slow-scan» обычно подсоединяются к нескольким телекамерам, так что зритель может просматривать изображения с любой из них. К тому же, любая телекамера может передавать изображение автоматически по сигналу тревоги. Передавать изображение на принимающую станцию могут несколько передатчиков, каждый из которых защищен паролем от несанкционированных зрителей. Один из способов увеличения скорости передачи заключается в уменьшении разрешения оцифрованного изображения или в использовании только одной четвертой части экрана для изображения с каждой телекамеры. Тогда изначальные 32 секунды можно понизить до 8 секунд для обновления изображения, или те же 32 секунды понадобятся для обновления изображения на полном экране, разделенном на блоки от четырех телекамер. Учитывая, что к этому могут быть добавлены и другие сигналы - аудио или управляющие сигналы для дистанционной активации реле — можно сказать, что исторические начинания становятся все более совершенны.

Новая технология - Fast Scan (быстрое сканирование) - исходит из той же концепции, но опирается на гораздо более мощные методы обработки изображений и алгоритмы сжатия, что позволяет менее чем за 1 с передать полноцветное изображение. Манипулирование изображением осуществляется в цифровой форме, при этом используются различные методы сжатия, что позволяет еще больше увеличить скорость передачи, сохраняя при этом качество изображения на должном уровне.



Рис. 1.31. Передатчик и приемник быстрого сканирования (Fast Scan)

Выбирая систему быстрого сканирования, следует учитывать несколько важных факторов:

- Разрешение кадровой памяти (в пикселах)
- Черно-белое изображение или цветное
- Будут ли одновременно передаваться другие сигналы (часто требуется управление PTZ-блоком, или активация реле)
- Скорость передачи данных.

В последнем вопросе следует быть очень гибким, так как различные телефонные линии и различные модемы дают различные и пристрастные сравнительные характеристики. Иногда потребителю нужно просто примерно видеть, что происходит на другом конце линии fast-scan. Другим может потребоваться очень четкое (хорошего разрешения) изображение, даже если оно поступает с временной задержкой.

## **2. ПРЕИМУЩЕСТВО GEPON ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПЕРЕДАЧИ И УПРАВЛЕНИИ ВИДЕО ДАННЫХ.**

### **2.1. Архитектуры на базе технологии GEPON**

GEPON (Gigabit-Ethernet Passive Optical Network) - это технология пассивных оптических сетей доступа, которая является модификацией технологии A-PON. Как и всем технологиям PON ей свойственно то, что при построении оптической сети доступа на основе этой технологии также используются только пассивные компоненты, которые рассматривались в предыдущих главах[8].

Технология GEPON поддерживает все существующие сервисы, что делает ее привлекательной для задач бизнеса и при решении проблемы «последней мили» у конечного пользователя. Она поддерживает такие услуги, как высокоскоростной Ethernet, цифровая телефония, передача высококачественных телевизионных каналов и т.д. Технология GEPON поддерживает 7 комбинаций скоростей для восходящего и нисходящего потоков:

- 155 Мбит/с up, 1.2 Гбит/с down;
- 622 Мбит/с up, 1.2 Гбит/с down;
- 1,2 Гбит/с up, 1.2 Гбит/с down;
- 155 Мбит/с up, 2.4 Гбит/с down;
- 622 Мбит/с up, 2.4 Гбит/с down;
- 1.2 Гбит/с up, 2.4 Гбит/с down;
- 2.4 Гбит/с up, 2.4 Гбит/с down.

#### **Архитектура оптических сетей доступа FTTH (Fiber-to-the-Home)**

Растет интерес к развертыванию оптических сетей доступа с прокладкой кабеля до дома (абонента), особенно в европейских странах. Такую архитектуру построения оптических сетей называют FTTH (Fiber to the Home). Сначала развертыванием сетей FTTH в Европе в основном

занимались муниципалитеты и коммунальные службы, но в настоящее время ее начали внедрять крупные операторы связи. В США и Японии развертывание сетей FTTH в основном производится на базе технологии Гигабит Этернет Пассивной Оптической Сети (Gigabit Ethernet Passive Optical Network, GEPON). В Европе обычно применяются топологии «точка-точка» и «кольцо» с использованием технологии Ethernet (Ethernet FTTH или ETTH), сети PON FTTH встречаются реже[4].

При использовании архитектуры на базе Гигабит этернет пассивной оптической сети GEPON для развертывания сетей FTTH оптоволоконная линия распределяется по абонентам с помощью пассивных оптических разветвителей с коэффициентом разветвления до 1:64 или даже 1:128.

Архитектура FTTH на базе GEPON обычно поддерживает протокол Ethernet. В некоторых случаях используется дополнительная длина волны нисходящего потока(downstream), что позволяет предоставлять традиционные аналоговые и цифровые телевизионные услуги пользователям без применения телевизионных приставок с поддержкой IP.

На рисунке 2.1. изображена типичная пассивная оптическая сеть PON, в которой используются различные терминаторы оптической сети (optical network termination, ONT) или устройства оптической сети (optical network unit, ONU).

ONT предназначены для использования отдельным конечным пользователем. Устройства ONU обычно располагаются на цокольных этажах или в подвальных помещениях и совместно используются группой пользователей. Голосовые сервисы, а также услуги передачи данных и видео доводятся от ONU или ONT до абонента по кабелям, проложенным в помещении абонента.

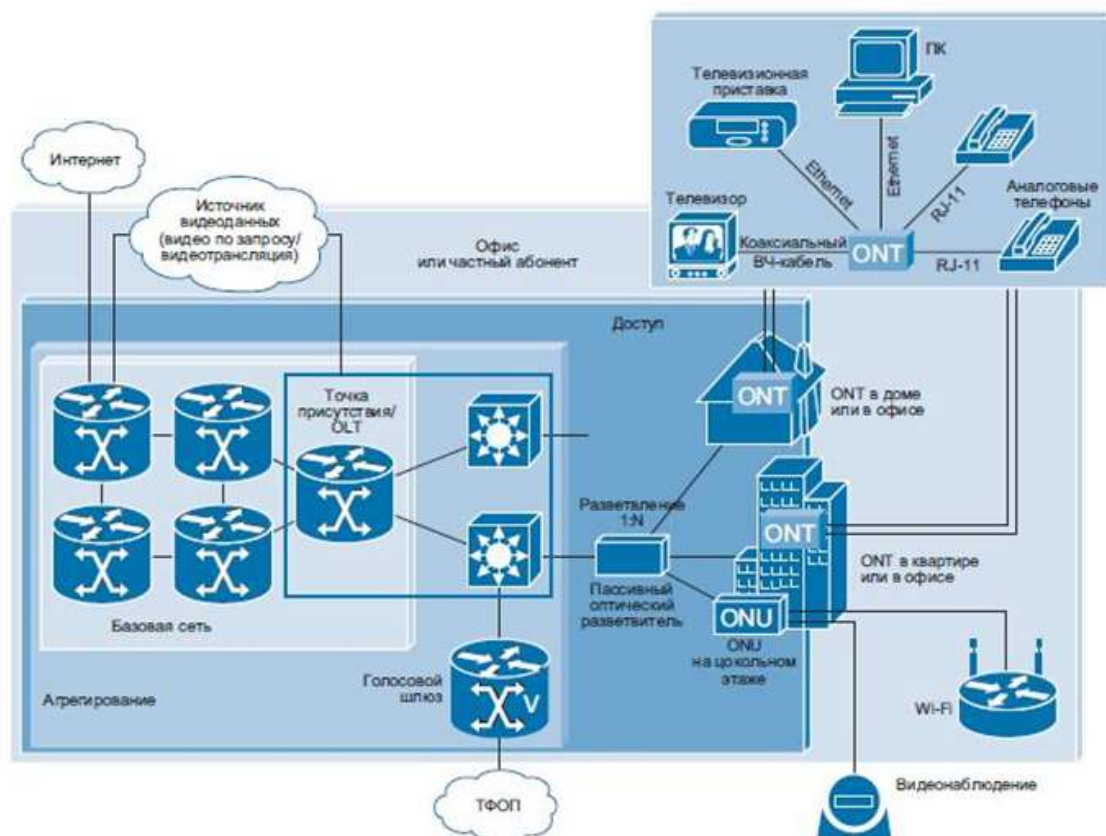


Рис.2.1. Архитектура Гигабит Эзернет Пассивной Оптической Сети(GEPON)

В настоящее время существует три различных стандарта сети PON, которые приведены в таблице 2.1. Параметры полосы пропускания обозначают совокупную скорость передачи данных в нисходящем и восходящем потоках. Эта скорость передачи данных делится между 16, 32, 64 или 128 абонентами, в зависимости от плана развертывания[19].

Таблица 2.1.

## Разновидности PON

	BPON	EPON	GPON
Стандарт	ITU-T G.983	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984
Пропускная способность	Нисходящий поток — до 622 Мбит/с Восходящий поток — 155 Мбит/с	Симметричный, до 1,25 Гбит/с	Нисходящий поток — до 2,5 Гбит/с Восходящий поток — до 1,25 Гбит/с
Длина волны нисходящего потока	1490 и 1550 нм	1550 нм	1490 и 1550 нм
Длина волны восходящего потока	1310 нм	1310 нм	1310 нм
Передача	ATM	Ethernet	Ethernet, ATM, TDM

Архитектура BPON — это традиционная технология, которая в настоящее время все еще применяется некоторыми сервис-провайдерами в США, однако она быстро вытесняется другими архитектурами. В то время как EPON была разработана с целью снижения стоимости путем использования технологии Gigabit Ethernet, архитектура GPON разрабатывалась, чтобы обеспечить более высокую скорость передачи данных нисходящего потока, снизить накладные расходы и обеспечить возможность передачи трафика ATM и TDM. Несмотря на добавленную поддержку старых протоколов, эта возможность пока редко используется на практике. Вместо этого архитектура GPON используется в качестве транспортной платформы Ethernet.

## **Преимущества и недостатки GPON-архитектуры**

Есть три основных преимущества для сервис-провайдеров, которые развертывают сети доступа на базе GPON-архитектуры вместо оптоволоконных сетей с топологией «точка-точка» (P2P FTTH), хотя эти преимущества не всегда являются важными критериями выбора.

Это позволяет эффективно использовать те скорости, которые заложены в данную технологию. Например, для задач бизнеса может использоваться технология FTTH или FTTB с высокой скоростью как на передаче, так и на приеме, если же на сети доступа планируется использование технологий xDSL, то в зависимости от конкретной ситуации резоннее использовать меньшие скорости.

В настоящий момент, учитывая существующую технологическую базу, коэффициент разветвления составляет 1:64. Технологии GPON поддерживает коэффициент разветвления 1:128, что потребует большего энергетического потенциала системы. С учетом развития оптических модулей можно полагать, что это соотношение будет достигнуто уже в ближайшем будущем.

### **2.2. Высокая рабочая скорость передачи данных**

В связи с использованием в GPON общей передающей среды, каждое оконечное устройство (ONT или OLT) вынуждено работать на совокупной скорости передачи данных. Даже если клиент заплатил только за 25 Мбит/с, каждая конечная точка оптической сети (ONT) в этом дереве PON должна работать на скорости 2,5 Гбит/с (GPON). Работа электронных и оптических устройств со скоростью, в 100 раз превышающей необходимую скорость передачи данных, повышает цену компонентов, особенно в том случае, если объемы производства не слишком большие.

Максимально возможное расстояние между OLT и ONT/ONU составляет 20 км. Это ограничение связано со средой распространения оптического сигнала, а не логическим ограничением технологии GPON.



При расстоянии в 10 км между OLT и ONT/ONU технология гарантирует скорости от 1.25 Гбит/с и выше. Логическое ограничение дальности действия технологии GEPON составляет 60 км.

С учетом нынешних реалий немаловажным становится и то, что технология GEPON располагает механизмами защиты, которые позволяют избежать возможность несанкционированного подключения к сети GEPON. Данные обратного потока шифруются, что позволяет избежать возможности быстрого получения информации злоумышленником. В технологии предусмотрены механизмы, защищающие сеть от возможного появления «двойников» ONU, то есть возможности маскировки одного ONU под другой и, как следствие, получения им чужой информации.

Оптические сети доступа на основе технологии GEPON могут иметь различные способы резервирования. Приведем способы резервирования, применяемые на сети GEPON:

- резервирование волокон, по которым осуществляется передача оптического сигнала, смотри рисунок 2.2;

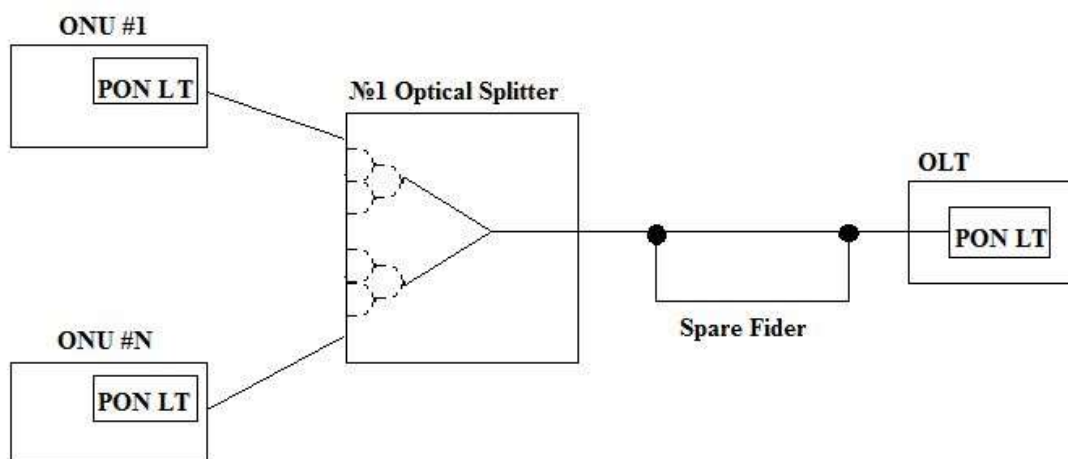


Рис. 2.2. Резервирование оптического волокна, соединяющего OLT с оптическим разветвителем

- использование второго блока OLT в качестве резервного, плюс использование резервного волокна в направлении от OLT к разветвителю, смотри рисунок 2.3;

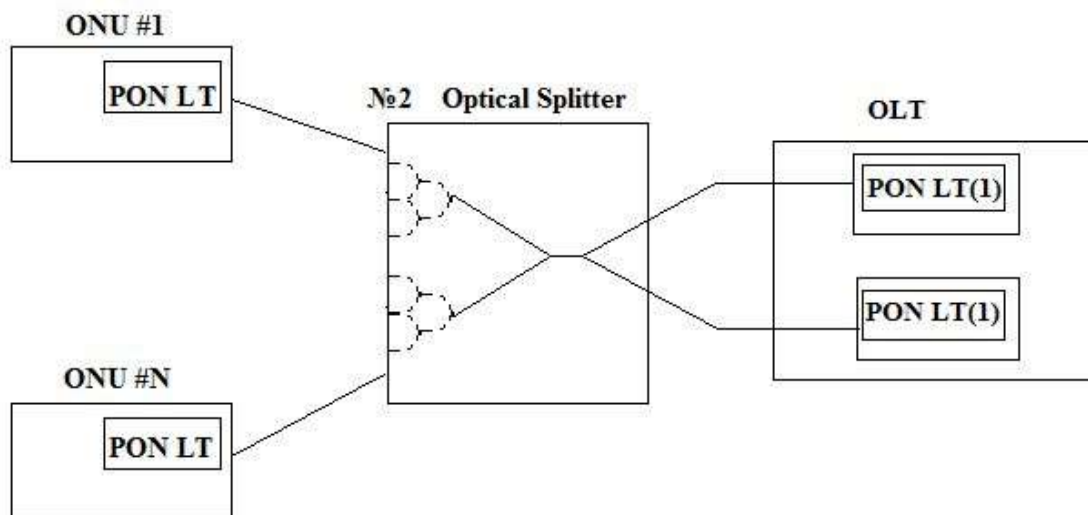


Рис. 2.3. Резервирование оптического волокна, соединяющего OLT с оптическим разветвителем и самого OLT

- полное дублирование блоков OLT и ONU на передающей и принимающей сторонах, смотри рисунок 2.4.

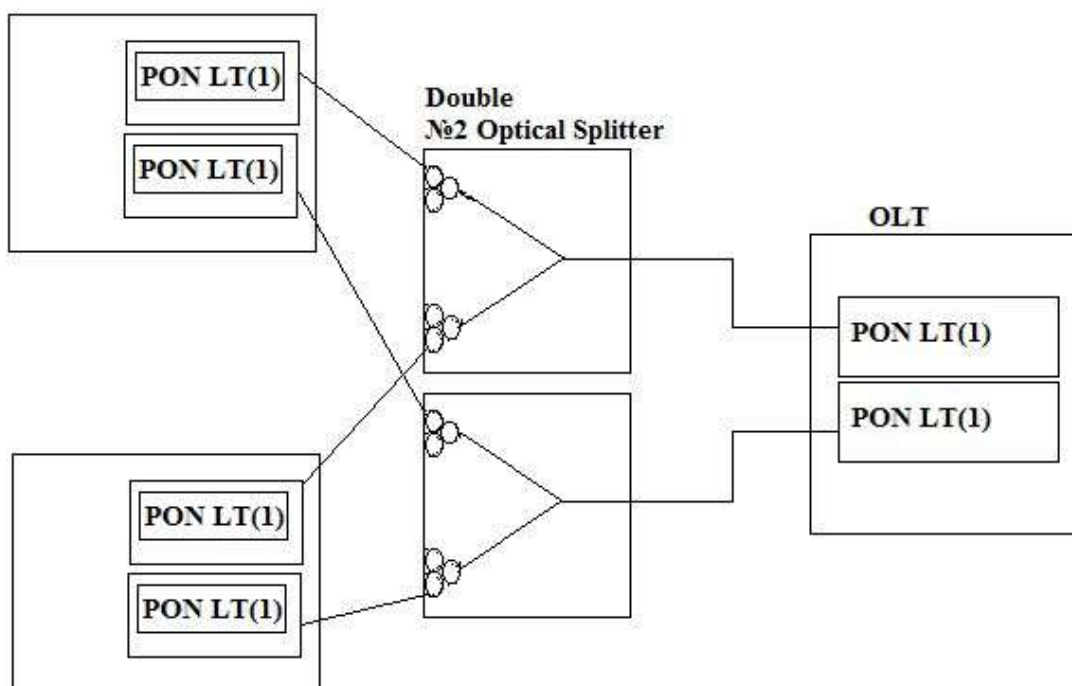


Рис. 2.4. Резервирование оптического волокна, соединяющего OLT с оптическим разветвителем, OLT и ONU

Переключение на запасной вариант может быть осуществлено двумя способами:

- автоматическое переключение на запасной вариант;
- принудительное переключение на запасной вариант.

В первом случае переключение происходит в случае резкого ухудшения характеристик оптического сигнала, потеря кадров, потеря самого сигнала. Второй вариант осуществляется с помощью администратора сети, который осуществляет контроль за характеристиками работы системы, и принимает решение о переходе на резервный вариант.

### **Иерархическая структура оптической сети**

Иерархическая структура оптической сети доступа рассматривалась в разделе 1. Оптическая распределенная сеть (ОРС) относится к волоконной распределительной сети, в состав которой входят пассивные оптические компоненты, например разветвители. В оптическом сетевом блоке (ОСБ) может быть реализована в устройстве сопряжения (УС), так называемая «функция адаптации» (AF), которая обеспечивает передачу сигнала по медным кабелям, с использованием одной из xDSL технологий. Управление оптической сетью доступа осуществляется как управление единым сетевым элементом посредством интерфейса Q3.

Эталонную модель протоколов можно представить в виде следующих уровней: уровень физической среды передачи - ТС (Transmission Convergence), уровень маршрутизации.

ТС уровень в свою очередь состоит из двух подуровней: подуровень передачи PON и подуровень адаптации (adaptation sublayer). Применительно к технологии GEPON, уровень физической среды передачи (PMD - Physical Media Dependent), ТС уровень называется GTC (GEPON Transmission Convergence), соответственно подуровни уровня GTC будут: GTC framing sub-layer - подуровень передачи кадров; TC adaptation sub-layer - подуровень адаптации.

### **Доступ к абонентским линиям**

Отделение абонентских линий (Local Loop Unbundling (LLU) — это метод, применяемый в настоящее время за границей в обязательном порядке в сетях операторов телефонии для обеспечения доступа альтернативным операторам к абонентским медным линиям связи. Такой подход позволил

значительно увеличить проникновение на рынок услуг DSL и снизить цены на сервисы широкополосного доступа для абонентов за счет конкуренции провайдеров[4].

Сети GPON пока не удовлетворяют требованиям LLU, поскольку имеется только одна оптоволоконная линия для подключения группы абонентов, которая, следовательно, не может быть разделена на физическом уровне, а только на логическом уровне (см. рисунок 2.5.). Эта особенность пассивной оптической сети на базе PON предполагает массовую продажу услуг основного оператора без предоставления прямого абонентского доступа посредством отделения абонентских линий (LLU).

Большинство новых сетей FTTH в Европе предлагают некоторые формы отделения абонентских линий, что открывает новые возможности для бизнеса, хотя и не является обязательным для исполнения требованием регулятора.

Теоретически можно повысить гибкость переключения клиентов между оптическими разветвителями GPON за счет комбинирования разветвителя с оптическим кроссом в распределительном шкафу участка (см. рисунок 2.6.). Эта функция полезна в том случае, когда трудно предсказать процент подписки абонентов на сервисы, например при слишком большой застройке, и при необходимости выполнять требования отделения абонентских линий.

Во втором случае распределительный шкаф участка содержит разветвитель обслуживаемого сервис-провайдера и соответствующие линии передачи, идущие к точке присутствия. Однако такая гибкость отражается на стоимости здания, затратах на поддержку оптического распределительного узла на участке и текущих расходах.

При каждом переключении абонента потребуются услуги специалиста для коммутации оптоволоконных линий на каждой точке доступа.

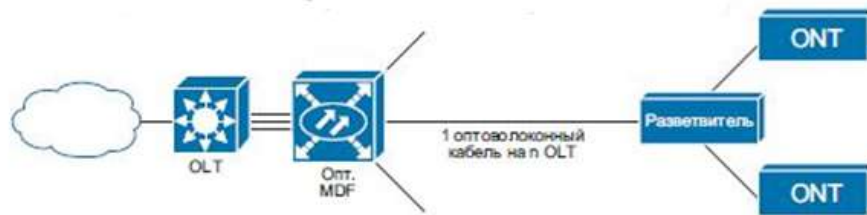


Рис.2.5. Ограничения выполнения LLU для архитектуры на базе разветвителя GEAPON

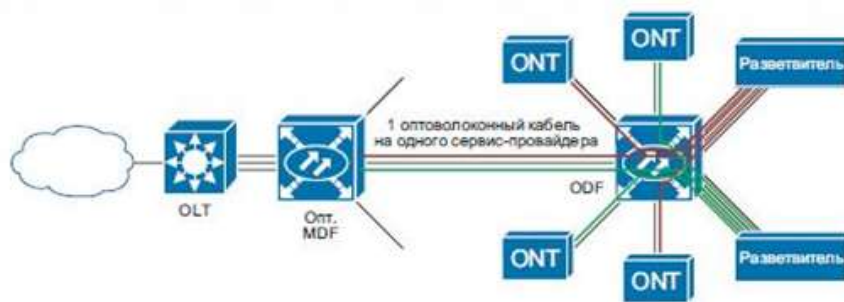


Рис.2.6. Оптоволоконная линия с оптическим распределительным узлом для выполнения требований LLU

### Доступ абонента

Обычно при развертывании сети FTTH выполняется одновременное подключение оптоволоконных линий связи для всех потенциальных абонентов в данном районе. В случае пассивной оптической сети все эти оптоволоконные линии затем подключаются к разветвителям и стягиваются фидерным оптическим кабелем к центральной АТС или точке присутствия. Абоненты могут подписаться на сервис FTTH только после развертывания всех оптоволоконных линий. При развертывании услуг для частных абонентов сервис-провайдеры редко достигают 100-процентной подписки. Обычно этот показатель близок к 30 процентам, что означает, что структура GEAPON сети используется не оптимально, а стоимость оборудования OLT для каждого абонента значительно возрастает. Одним из решений этой проблемы является использование удаленных оптических распределительных узлов (как описано в разделе, посвященном отделению абонентских линий). Однако применение этого оборудования предполагает

дополнительные затраты, которые обычно не компенсируются улучшением загрузки пассивной оптической сети GPON.

### **2.3. PMD и GTC уровень технологии GPON структура кадра GTC TC**

PMD уровень - это уровень архитектуры GPON, осуществляющий взаимодействие высших уровней архитектуры GPON со средой, по которой осуществляется передача оптического сигнала. Данный уровень устанавливает следующие требования к среде передачи для скоростей нисходящего и восходящего потоков:

- 1244.16 Мбит/с/155.52 Мбит/с;
- 1244.16 Мбит/с/622.08 Мбит/с;
- 1244.16 Мбит/с/1244.16 Мбит/с;
- 2488.32 Мбит/с/155.52 Мбит/с;
- 2488.32 Мбит/с/622.08 Мбит/с;
- 2488.32 Мбит/с/1244.16 Мбит/с;
- 2488.32 Мбит/с/2488.32 Мбит/с.

Оптической средой передачи должен быть оптический кабель, в состав которого должно входить одномодовое оптическое волокно, удовлетворяющее требованиям Рекомендации МСЭ-Т G.652.

PMD уровень выполняет условие, при котором восходящий и нисходящий потоки передаются по одной среде передачи.

Передача нисходящего и восходящего потоков может осуществляться с помощью одного из двух способов. В первом случае может использоваться технология спектрального разделения каналов (WDM), когда передача нисходящего и восходящего потоков осуществляется по одному оптическому волокну, но на разных длинах волн. Второй способ предполагает использование 2х волоконной среды передачи, когда передача восходящего и нисходящего потоков осуществляется по отдельным волокнам. Для

восходящего и нисходящего потоков регламентированы окна прозрачности, в которых осуществляется передача.

Для нисходящего потока:

- в случае использования одного оптического волокна для передачи в прямом и обратном направлении устанавливается, что передача нисходящего потока осуществляется в 3-м окне прозрачности 1480-1500 нм;
- в случае использования двух оптических волокон для передачи в прямом и обратном направлении устанавливается, что передача нисходящего потока осуществляется во 2-м окне прозрачности 1260-1360 нм.

Для восходящего потока:

- в любом из вариантов: при использовании одного или двух волокон для передачи восходящего и нисходящего потоков передача восходящего потока осуществляется во 2-м окне прозрачности 1260-1360 нм.

Код, поступающий в линию ( в оптическое волокно линия связь ) - NRZ. Для кодирования логической «1» используется уровень оптического излучения с высокой интенсивностью, для кодирования логического «0» используется оптическое излучение с меньшей интенсивностью.

РМД уровень определяет два класса затуханий

- 10-25 dB: класс В;
- 15-30 dB: класс С.

Два диапазона затуханий учитывают наихудшие показатели по затуханию во время эксплуатации сети. Они включают в себя потери на разветвителях, в разъемных соединителях, аттенюаторах и других оптических компонентах. Эти классы учитывают ситуации, когда может потребоваться установка новых разветвителей, возможность увеличения затухания в оптических соединителях из-за процессов старения и деградации материалов, и другие ситуации.

## ГТС уровень технологии GEPON

В этой главе будет рассмотрен TC (Transmission Convergence) уровень технологии GEPON. На рисунке 2.7. показан стек протоколов TC (Transmission Convergence) уровня технологии GEPON - GTC стек.

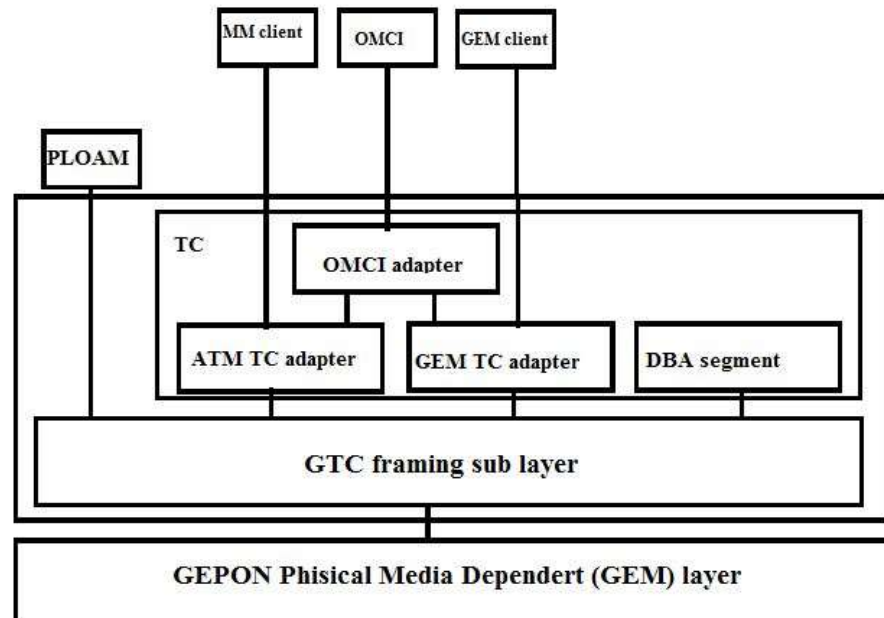


Рис. 2.7. Стек протоколов GTC уровня

GTC уровень состоит из двух подуровней: GTC подуровень кадров (GTC framing sub layer) и подуровень адаптации (GTC adaptation sub layer). Подуровень кадров выполняет следующие функции:

### Стек протоколов для С/М-плоскости

Плоскость контроля и управления в системе GTC состоит из трех частей: Embedded OAM, PLOAM и OMCI. Через Embedded OAM и PLOAM каналы осуществляется управление уровнями PMD и GTC. В свою очередь через канал OMCI организуется универсальная система управления с более высокими уровнями (уровнями услуг).

В заголовке GTC кадра посредством поля-форматной информации организуется встроенный канал управления и контроля. Этот канал предоставляет самый короткий путь с точки зрения задержки по времени для критичной ко времени информации, так как эта информация содержится в четко отведенных полях заголовка кадра GTC. Этот канал реализует



следующие функции: выделение полосы частот, изменение ключей, DBA сигнализация и некоторые другие функции.

Канал PLOAM организуется посредством системы форматных сообщений, передающихся в структуре кадра GTC в специально отведенном для этого месте. Этот канал используется для передачи всей дополнительной информации управления PMD и GTC уровнями, которая не вошла в состав встроенного канала управления и контроля.

OMCI канал используется для управления «уровнями услуг», расположенными выше уровня GTC. В то же время GTC уровень с помощью механизмов ATM и GEM предоставляет транспорт для канала, OMCI. Функцией GTC уровня в данном случае является предоставление средств для организации этих дополнительных каналов. Функциональная схема С/М плоскости показана на рисунке 2.8.

#### **Стек протоколов для U- плоскости**

Трафик, входящий в U-плоскость, определяется типом протокола, который используется для транспортировки трафика (ATM или GEM), а также его VPI или Port-ID, в зависимости от типа используемого протокола. На рисунке 2.10. проиллюстрировано, как происходит определение типа протокола, а также Port-ID/VPI.

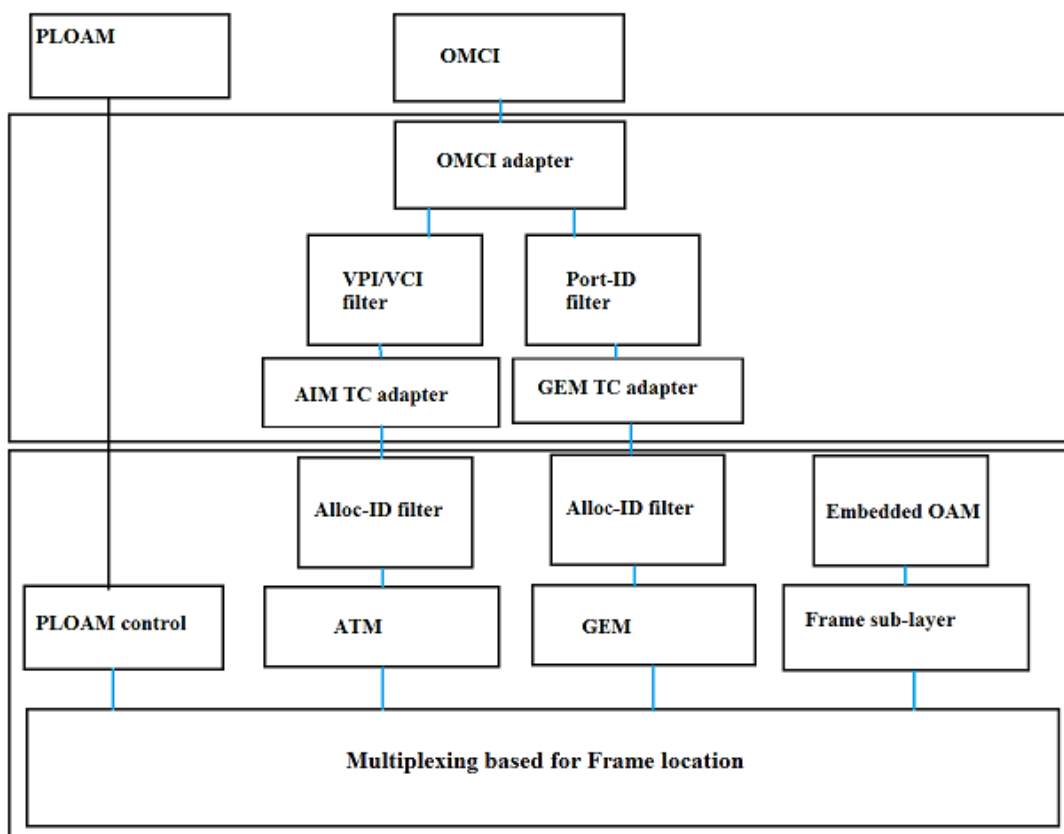


Рис. 2.8. Функциональная схема С/М плоскости

Тип трафика однозначно определяется сегментом GTC кадра, в котором он передается, если речь идет о нисходящем потоке, и по Allocation ID (Аллок-ID), если речь идет о восходящем потоке. В случае, если поток представляет собой GEM трафик, идентификация потоков происходит по 12-битному Port-ID, а в случае, если поток представляет собой ATM трафик, для этих же целей используется VPI. Кроме того, здесь мы знакомимся с концепцией T-CONT. T-CONT представляет собой для транспортных потоков некий фрагмент кадра, следующий за полем Alloc-ID, (см. рис. 2.9). Каждый T-CONT осуществляет контроль за занимаемой полосой частот BW и качеством обслуживания (QoS) с помощью положения BW посредством контроля переменного значения числа временных интервалов. Надо отметить, внутри одного T-CONT не может содержаться информация о положении внутри кадра одновременно ATM и GEM трафика, так же как и разные виды трафика (ATM и GEM) не могут иметь одинаковые Alloc-ID.

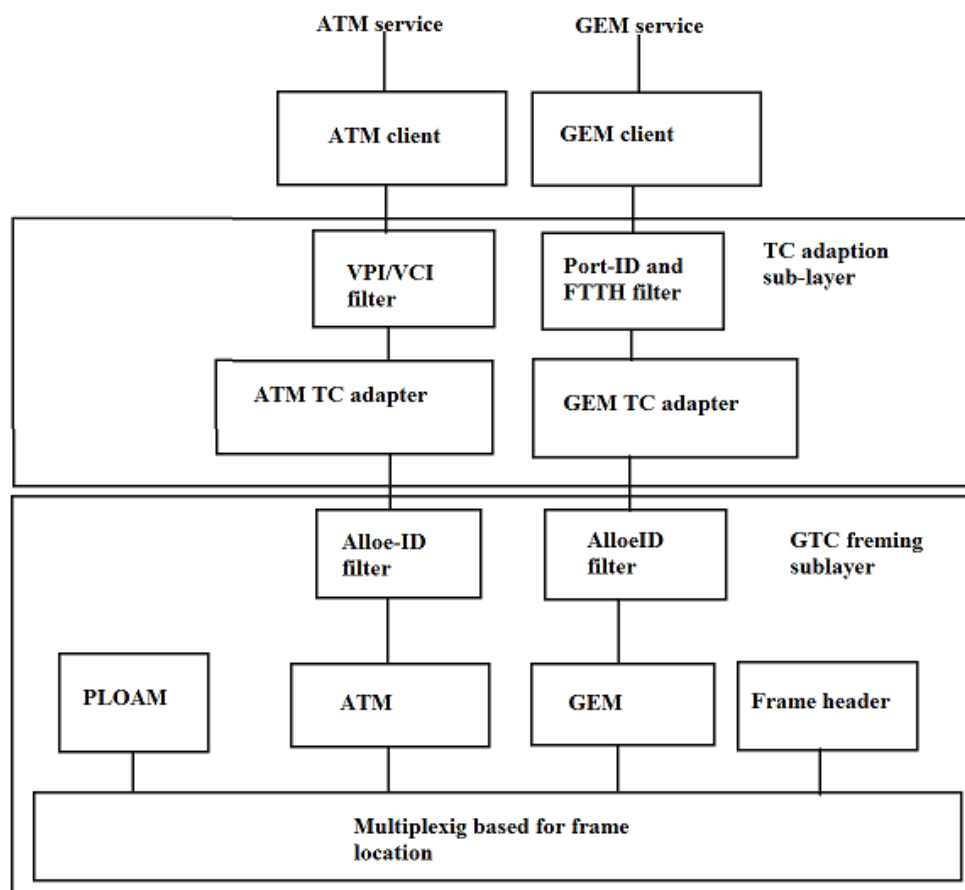


Рис. 2.9. Стык протоколов U-плоскости и механизм определения типа трафика и Port-ID/VPI

Рассмотрим более подробно механизмы работы **ATM** и **GEM** на уровне GTC:

#### **ATM в GTC:**

- в нисходящем потоке ячейки, переносимые внутри ATM сегмента, достигают всех ONU. Подуровень кадров на стороне ONU выделяет из общего потока ATM ячейки, а ATM адаптер играет роль фильтра. И только ячейки с подходящими VPI проходят дальше от ATM адаптера к ATM клиенту;

- в восходящем потоке ATM трафик переносит в себе один или несколько T-CONT. Каждый T-CONT связан либо с ATM, либо с GEM трафиком. OLT получает пакеты, связанные с конкретным T-CONT, который характеризуется Alloe-ID, далее информация поступает в ATM адаптер, а после в ATM клиент.

## GEM в GTC:

- в нисходящем потоке GEM кадры переносятся внутри GEM сегмента и достигают всех ONU. Подуровень кадров на стороне ONU выделяет кадры. GEM адаптер играет роль фильтра. Только ячейки с подходящими 12-битными PORT-ID проходят дальше от GEM адаптера к GEM клиенту.

- в восходящем потоке GEM трафик переносит в себе один или несколько T-CONT. Каждый T-CONT связан либо с ATM, либо с GEM трафиком. OLT получает пакеты, связанные с конкретным T-CONT, который характеризуется Alloc-ID, далее информация поступает в GEM адаптер, а после в GEM клиент.

GTC уровень предоставляет восходящему потоку средства, которые обеспечивают контроль за доступом к среде. Базовая концепция говорит о том, что потоки нисходящих кадров, синхронизированные с потоками восходящих кадров, несут в себе информацию о местах в кадрах восходящего потока, в которых может передаваться трафик. Иллюстрация этой концепции приведена на рисунке 2.10.

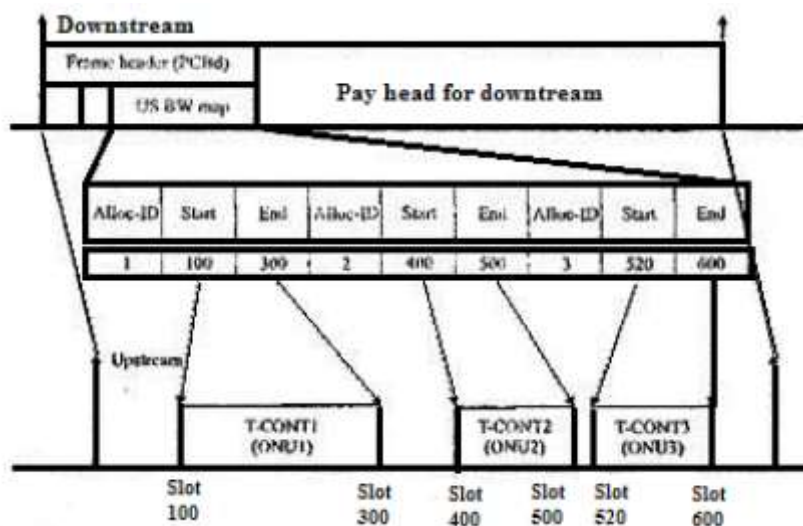


Рис. 2.10. Концепция доступа к среде передачи данных схема С/М плоскости

OLT в блоке физического контроля нисходящего потока PCBd (Physical Control Block downstream) отправляет указатели. Эти указатели определяют

интервалы, в течение которых для каждого ONU устанавливается время, когда должна начинаться и заканчиваться передаваемая от него информация. Следуя этому принципу, только один ONU может осуществлять доступ к среде передачи в строго отведенное ему время. Указатели представляют из себя последовательность байтов, и позволяют OLT осуществлять эффективный контроль за средой передачи на скорости 64 кбит/с. На рисунке 2.10. показано, что каждый ONU имеет один единственный T-CONT, в каждом T-CONT содержится информация о том, когда и на сколько каждый ONU имеет доступ к среде передачи.

### Структура кадра GTC TC

Кадр нисходящего потока состоит из блока физического контроля нисходящего потока (PCBd), ATM блока и GEM блока. Кадр восходящего потока состоит из многочисленных пакетов передачи. Каждый пакет кадра восходящего потока содержит по крайней мере PLOu (Physical Layer Overhead upstream) служебную информацию физического уровня. Кроме полезной информации, кадр восходящего потока может содержать PLOAMu, PLSu, и DBRu секции. Кадр нисходящего потока несет сигнальную информацию для восходящего потока и содержит в себе основные временные соотношения для PON.

На рисунке 2.11. показана структура GTC TC кадра для нисходящего и восходящего потоков.

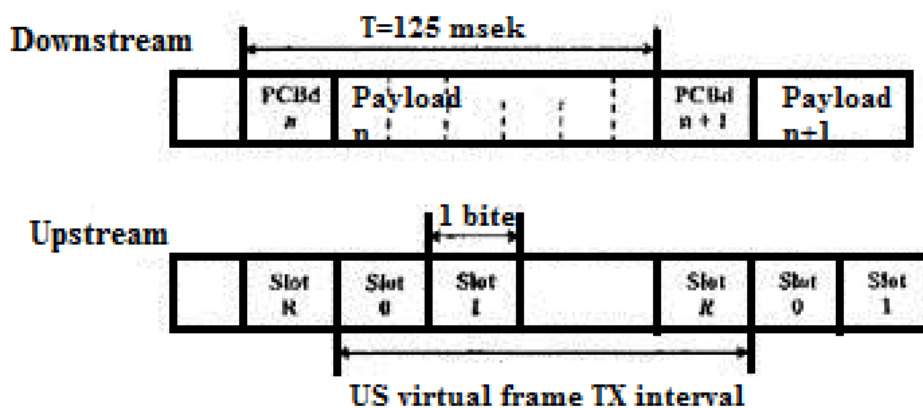


Рис. 2.11. Структура GTC TC кадра

Рассмотрим более подробно структуру кадра нисходящего потока. Она представлена на рисунке 2.12.

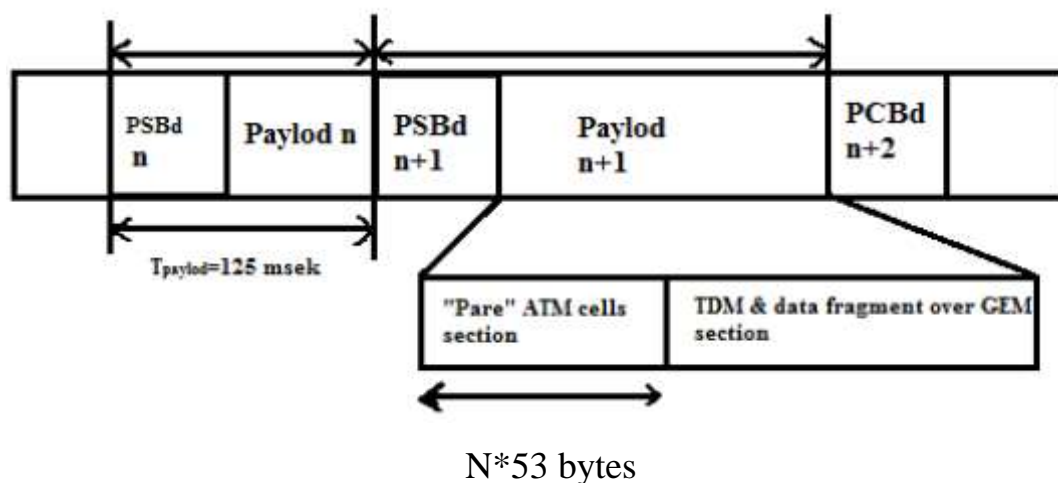
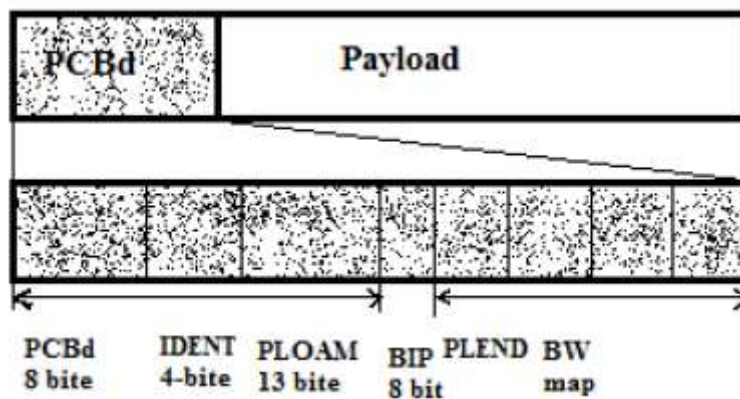


Рис. 2.12. Структура кадра нисходящего потока

Как видно, длительность кадра нисходящего потока составляет 125 мкс. Для нисходящего потока длительность в 125 мкс используется как при скорости передачи 1.24416 Гбит/с, так и при 2.48832 Гбит/с. Для скорости 1.24416 Гбит/с объем кадра составляет 19440 байт, а для 2.48832 Гбит/с 38880 байт. Длина блока физического контроля нисходящего потока PCBd для обеих скоростей остается одинаковой.

Этот блок состоит из нескольких полей, каждый из которых будет рассмотрен ниже. Информация, отправляемая OLT, (содержащаяся в блоке PCBd) достигает каждого оптического сетевого блока (ONU). Поведение оптических сетевых блоков ONU, получивших PCBd блок, основывается на информации, содержащейся в этом блоке.

На рисунке 2.13. показана структура блока физического контроля (PCBd) нисходящего потока.



Coverage of this BIP Coverage of next B1P

Рис. 2.13. Структура блока физического контроля (PCBd)

Поле физической синхронизации Psync (Physical synchronization) имеет длину 32 бита и используется ONU для определения начала кадра. Кодовая последовательность этого поля - 0xB56AB31E0.

Поле Ident имеет размер 4 байта и служит для обозначения следующей за ней структуры. Кроме этого поле Ident выполняет функцию счетчика сверхциклов, используется для системы шифрования, а также служит для низкочастотной синхронизации служебных сигналов.

Поле PLOAM имеет длину 13 байт и служит для транспортировки PLOAM сообщения.

Поле BIP имеет длину 8 битов, и используется для проверки четности на приемной стороне.

Поле Plend содержит информацию о длине ATM сегмента и информацию о длине карты пропускной способности. Для повышения надежности это поле дублируется.

Поле BWmap представляет собой скалярный массив длиной 8 байт. Каждый элемент этого массива представляет собой единичную полосу пропускания выделенную для одного T-CONT. Информация, о количестве элементов массива хранится в поле Plend ATM сегмент нисходящего кадра содержит n-ое число 53 байтных ATM ячеек. Длина этого раздела задается в Plend/Alen поле и является всегда целочисленным числом. На приемной стороне нисходящий поток обрабатывается ATM фильтром. ATM фильтр

обрабатывает VPI информацию, которая содержится в каждой ячейке. Ячейки предназначенные для данного ONU пропускаются и передаются далее ATM клиенту.

GEM сегмент содержит переменное число GEM фрагментов. Его размер получается как разность общей длины кадра минус сумма PCBd and ATM сегментов. Нисходящий поток обрабатывается GEM фильтром на приемной стороне на основе 12-битовой информации Port-ID, содержащейся в каждой ячейке. Ячейки, предназначенные для данного ONU пропускаются и обрабатываются GEM клиентом.

Рассмотрим более подробно структуру кадра восходящего потока. Она представлена на рисунке 2.14.

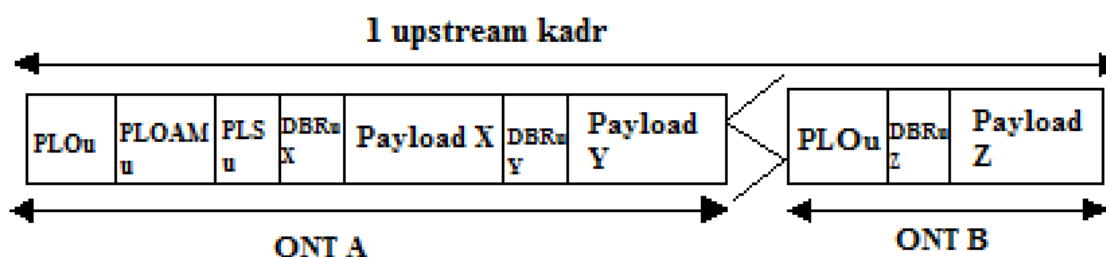


Рис. 2.14. Структура кадра восходящего потока

Длина кадра восходящего потока соответствует длине кадра нисходящего потока соответствующей скорости. Каждый кадр содержит некоторое число посылок от одного или нескольких ONU. BWmap устанавливает расположение этих посылок. В течение строго отведенного периода времени, контролируемого OLT, ONU может передавать один из четырех видов служебной информации и полезной нагрузки:

- служебная информация физического уровня (PLO<sub>u</sub>);
- операции над физическим уровнем, административная, управленческая информация (PLOAM<sub>u</sub>);
- разноуровневая последовательность восходящего потока (PLS<sub>u</sub>);
- отчет о динамичной полосе пропускания восходящего потока (DBR<sub>u</sub>).



С помощью флагов в поле BWmap OLT устанавливает, будет ли отправляться PLOAMu, PLSu, или DBRu информация каждому из получателей. При выборе частоты отправки этих запросов модуль управления OLT принимает в расчет полосу частот и величину задержек в этих дополнительных информационных каналах.

Более детально структура восходящего кадра показана на рисунке 2.15.

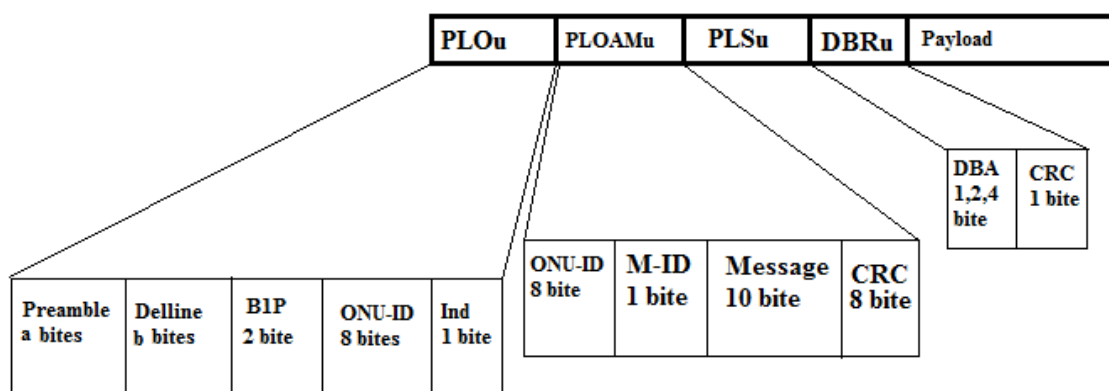


Рис. 2.15. Детальная структура GTC кадра восходящего потока

Поле PLOu несет в себе служебную информацию физического уровня и содержит три информационных подполя. PLOu информация содержится в начале любого пакета, отправляемого с ONU.

Поле BIP имеет длину 8 битов, и используется для проверки четности на приемной стороне.

Поле ONU-ID field имеет длину 8 битов и содержит информацию об уникальном идентификаторе ONU. Идентификатор присваивается в процессе «ранжирования». Перед тем, как ONU получит свой уникальный номер, ONU имеет значение поля, равное 255.

В поле Ind содержится информация реального времени о статусе работы системы, предназначенная OLT, PLOAM поле для восходящего потока (PLOAMu) имеет длину 13 байтов, и содержит PLOAM сообщение.

Поле PLSu имеет длину 120 байтов и служит для отслеживания ONU изменения уровня мощности. Эта функция позволяет ONU регулировать динамический диапазон путем изменения уровня мощности. Этот механизм

используется для начального установления уровня излучаемой мощности, а также во время изменения мощности передатчика ONU.

DBRu поле восходящего потока (Dynamic Bandwidth Report upstream) содержит информацию, которая связана с информацией T-CONT.

DBA поле содержит статус информации T-CONT. Для этих целей отводится поле длиной 8-, 16-, или 32-бита.

Поле CRC используется для выявления ошибок. В нем используется механизм защиты CRC-8.

Сегмент полезной нагрузки (Upstream payload section ) является последним полем в структуре GTC кадра восходящего потока. Он используется для передачи ATM ячеек, GEM ячеек или DBA отчетов.

В случае, если «payload section» используется для переноса ATM ячеек, то восходящий кадр будет иметь вид, как показано на рисунке 2.16.

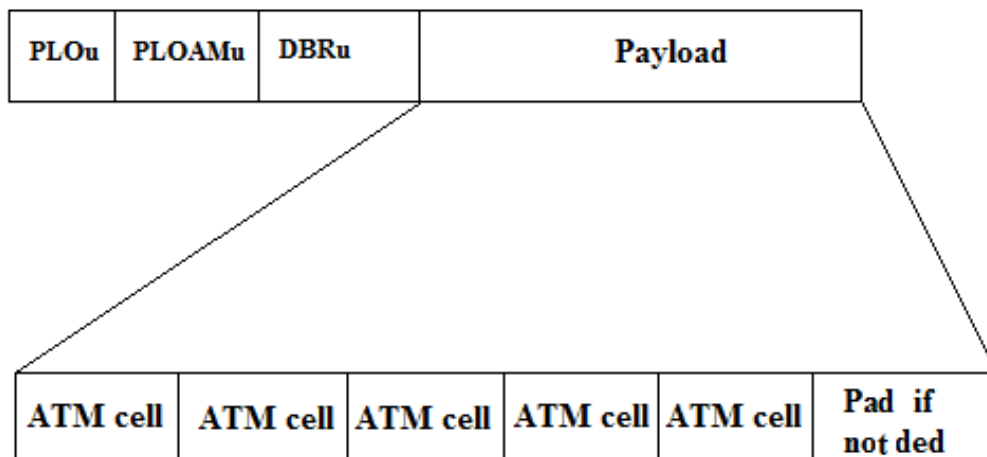


Рис. 2.16. GTC кадр восходящего потока, полезная нагрузка – ATM ячейки

В данном случае восходящий поток содержит ATM ячейки, длина каждой из них составляет 53 байта. Длина этой секции есть разность общей длины всего кадра и части, содержащей служебную информацию. ONT может попытаться задать в «payload» сегменте целое число ATM ячеек, каждое из которых будет длиной 53 байта. Если же число ATM ячеек не

будет целочисленным, то остается целое число ячеек, а дробная часть отбрасывается и заполняется «нулями».

В случае, если «payload section» используется для переноса GEM ячеек, то восходящий кадр будет иметь вид, как показано на рисунке 2.17.

В данном случае восходящий поток содержит некоторое число GEM ячеек. Длина этой секции есть разность общей длины всего кадра и части, содержащей служебную информацию. OLT должен поддерживать различные схемы организации GEM ячеек.

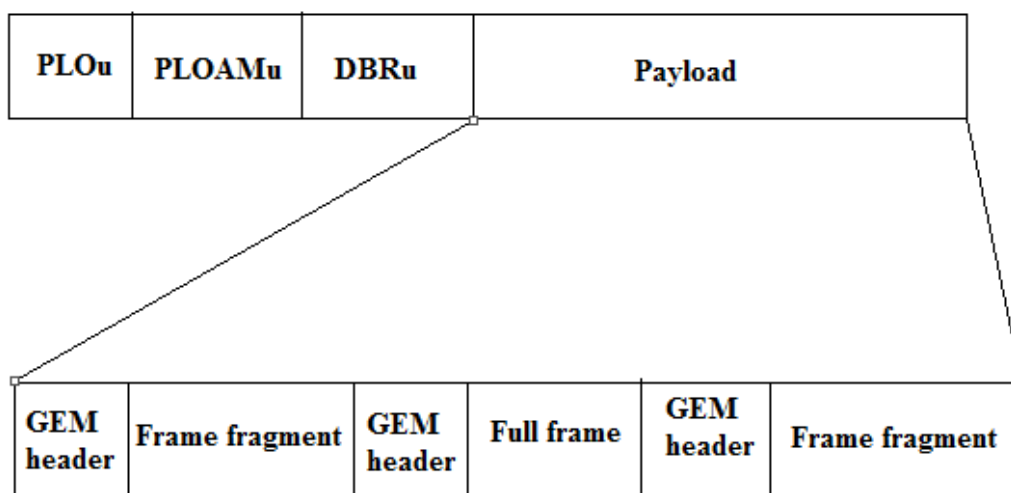


Рис. 2.17. GTC кадр восходящего потока, полезная нагрузка – GEM ячейки

В случае, если «payload section» используется для переноса DBA блока, то восходящий кадр будет иметь вид, как показано на рисунке 2.18.

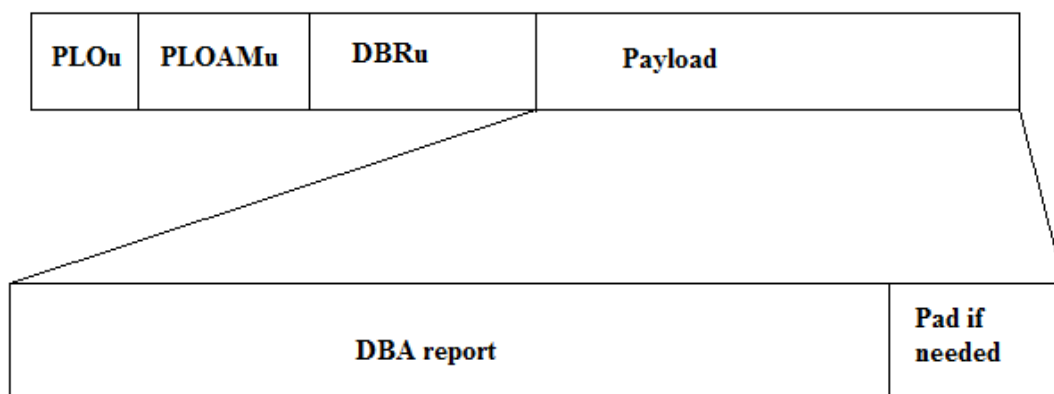


Рисунок 2.18. GTC кадр восходящего потока, полезная нагрузка - DBA блок

DBA блок содержит информацию от ONU о занимаемой им динамической полосе пропускания. Первые биты DBA отчета располагаются в самом начале «payload» блока. Каждый другой отчет начинается в конце предыдущего. Если в «payload» блоке не помещается последний отчет, то он либо обрезается, либо все это место заполняется «нулями».

#### **2.4. Защиты информации в сетях GPON**

Основной особенностью всех GPON сетей является то, что нисходящий поток достигает все оптические сетевые блоки (ONU), подключенные к сети. Злоумышленник после некоторых манипуляций с перепрограммированием ONU может добиться того, что будет получать информацию, адресованную другим пользователям. Система безопасности PON сетей как раз должна уметь противостоять такого рода угрозам, как «прослушивание». Конечно, существуют и другие специфические виды угроз, но они не будут рассматриваться в этой главе, так как требуют больших затрат и, следовательно, мало применимы[8].

Другая особенность сети GPON состоит в том, что пользователь одного ONU никаким образом не может получить передаваемую информацию пользователем другого ONU. Это обстоятельство позволяет передавать в восходящем потоке шифро-ключи и другую важную информацию без необходимости предварительного шифрования этих данных.

Основной алгоритм шифрования, использующийся в технологии GPON - это расширенный стандарт криптозащиты (AES - Advanced Encryption Standard). Этот алгоритм шифрования относится к виду так называемых блочных кодов, который обрабатывает блоки данных длиной 16 байт. Данный алгоритм поддерживает длину шифр-ключа в 128, 192 и 256 битов.

Стандарт AES поддерживает несколько режимов шифрования данных, однако в технологии GPON используется только один из них. Он получил

название «шифрование со счётчиком» Counter Mode (CTR). Шифратор создает поток, состоящий из 16 байтных псевдослучайных шифроблоков. По заданному алгоритму шифроблоки взаимодействуют с входной нешифрованной информацией в результате чего на выходе получается зашифрованная информационная последовательность. На приемной стороне происходит обратная операция, в которой участвуют те же самые шифроблоки и зашифрованная информационная последовательность. В результате получается исходная нешифрованная информационная последовательность. В технологии GPON стандартным ключом является ключ длиной 128 битов, хотя могут поддерживаться и ключи большей длины.

В технологии «шифрование со счётчиком» Counter mode (CTR) используется синхронный крипто-счетчик, который является общим как для оптического линейного окончания (OLT), так и для оптического сетевого блока (ONU). Крипто-счетчик имеет длину 46 битов и состоит из 2х частей. Старшие 30 бит представляют собой межкадровый счетчик (inter-frame counter), а младшие 16 бит внутрикадровый счетчик (intra-frame counter).

Внутрикадровый счетчик обнуляется в начале нисходящего кадра и увеличивается после каждых четырех байт. Например, при скорости 1.244 Гбит/с счетчик будет принимать значения от 0 до 4859.

Межкадровый счетчик аналогичен счетчику сверхциклов, который располагается в поле Ident PCBd блока. Оптический сетевой блок (ONU) осуществляет синхронизацию локального счетчика и, следовательно, имеет возможность исправлять ошибки, возникающие в этом поле.

Начала блоков, содержащих псевдослучайную шифропоследовательность, выравниваются по положению с началом блока полезной нагрузки. В случае, если в блоке полезной нагрузки располагается АТМ трафик, в результате выполнения операции «исключающее или» (XOR) зашифрованными оказывается 48 байт исходной полезной информации. Как известно, АТМ ячейка имеет длину 53 байта, а 48 байт, о которых речь шла выше, соответствуют 3-м целым блокам шифропоследовательности. В

результате операции «исключающего или» мы и получаем, что 48 байт информации становятся зашифрованной.

В случае, если полезная нагрузка представлена в виде GEM фрагментов, шифруется вся информация блока полезной нагрузки за исключением заголовка Port-ID. Так как количество CEM фрагментов не соответствует целому числу блоков с шифропоследовательностью, то оставшаяся часть кодируется с помощью старших битов последнего блока с шифропоследовательностью, оставшаяся часть шифроблока отбрасывается.

Надо отметить также, что крипто счетчик выравнивается с блоком GTC нисходящего потока, тогда как блоки с шифропоследовательностью выравниваются с блоком, переносящим информацию от пользователя. Это иллюстрирует рисунок 2.19.

Когда датаграмма отправляется OLT или принимается ONU, то в ней содержится информация о первом байте заголовка. В первом байте заголовка находится значение криптосчетчика. Для конкретной датаграммы это значение используется в качестве начального значения счетчика шифроблоков. Для последующих шифроблоков в той же датаграмме счетчик увеличивается на 1 для каждого последующего. Такая организация счетчиков приводит к тому, что значение счетчика никогда не повторяется два раза. 46-ти битное значение блока криптосчетчика управляет 128 битами AES последовательности по следующему алгоритму. 46 бит повторяются 3 раза, в итоге получается 138 битная последовательность, 10 первых бит которой отбрасываются. Полученные 128 бит информации подвергаются обработке AES алгоритма, в результате чего получается случайная шифропоследовательность, которая потом взаимодействует с блоками данных.

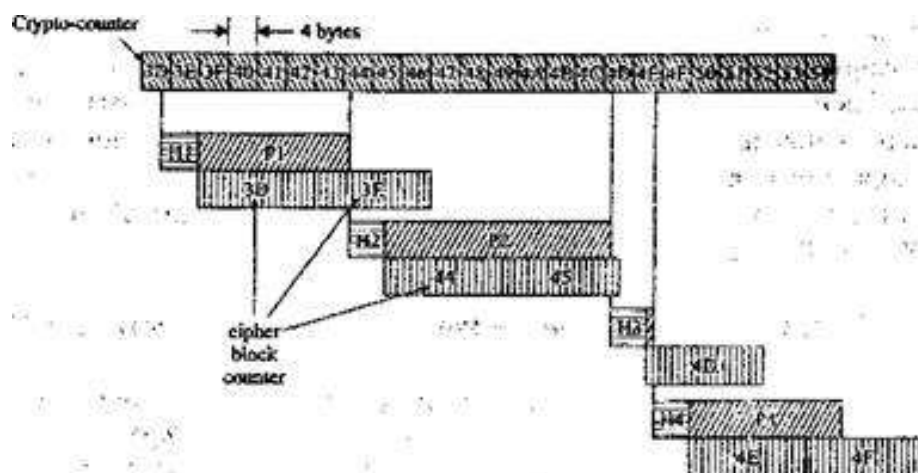


Рисунок 2.19. Взаимосвязь между последовательностью криптосчетчика и шифроблока

Рассмотрим вопрос обмена ключами в сети GPON. Будем считать, что у нас имеется OLT и ONU, которые при взаимодействии используют либо Port-TD, либо VPI и готовы для обмена ключами. Как ONU, так и OLT используют специальные регистры, в которых содержится информация о ключах.

Процесс обмена ключами инициируется OLT. Со стороны OLT отправляется сообщение <запрос ключа> <key request\_message> внутри канала PLOAM. Действие ONU на этот запрос заключается в создании, сохранении и отправке ключа OLT. ONU сохраняет у себя ключ в так называемом <теновом регистре> <shadow\_key\_register>. Поскольку длина PLOAM сообщения ограничена по длине, то ключ отправляется в 2х PLOAM сообщениях. Для увеличения надежности обе части шифроключа отправляются 3 раза. Все ключи или части этих ключей имеют параметр Key Index, таким образом на приемной стороне OLT имеет однозначную информацию какой ключ или какая часть ключа к нему пришла. Данный параметр - Keyindex увеличивается для каждого следующего ключа, создаваемого ONU в ответ на запрос со стороны OLT.

Если OLT не удастся принять какую-либо часть ключа во всех трех посылках, то OLT создает новое сообщение <key\_request\_message>, отправляемое на ONU. Если OLT в течении последующих трех раз так и не

сможет получить шифроключ, то создается сообщение о потере синхронизации при передаче ключей.

Как только OLT удастся получить шифроключ, он сразу же сохраняет его в своем <теневого регистре> <shadow keyregister>. После этого система готова к переключению ключами. OLT выбирает номер кадра, который в будущем будет обрабатываться новым ключом. Эта информация передается ONU в сообщении Key\_switching\_time. Это сообщение также передается на ONU три раза, последнему ее нужно только правильно получить, чтобы вовремя сменить ключ. В начале выбранного кадра OLT и ONU копируют содержимое <теневого регистров> в <активные регистры> active\_key\_register. В этом случае ONU и OLT начинают использовать новые ключи.

## **2.5. Система управления и контроля объектами сети GPON**

Для контроля и управления и для того, чтобы обеспечивалась совместимость оборудования для сетей GPON различных производителей, был разработан OMCI интерфейс (ONT Management and Control Interface). На рисунке 2.20. показана эталонная модель оптической сети доступа.

Пунктирной линией показан маршрут прохождения сигналов управления и взаимодействия между оптическим сетевым блоком ONT и оптическим линейным окончанием OLT.

С помощью интерфейса контроля и управления (OMCI) оптическое линейное окончание OLT осуществляет контроль над оптическим сетевым окончанием ONT. OLT могут быть произведены следующие действия:

- установка, разрыв соединения с ONT;
- управление пользовательскими сетевыми интерфейсами (UNI) на стороне ONT;
- получение информации о конфигурации ONT и информацию о производительности работы;

Информирование оператора об ошибках в соединениях.



В качестве транспорта протокол OMCI использует либо GEM, либо ATM трафик и обмен OMCI трафиком происходит между контроллерами на стороне OLT и ONT. Особенностью OMCI протокола является то, что он асимметричный. Контроллер на стороне OLT является ведущим, а контроллер на стороне ONT является ведомым.

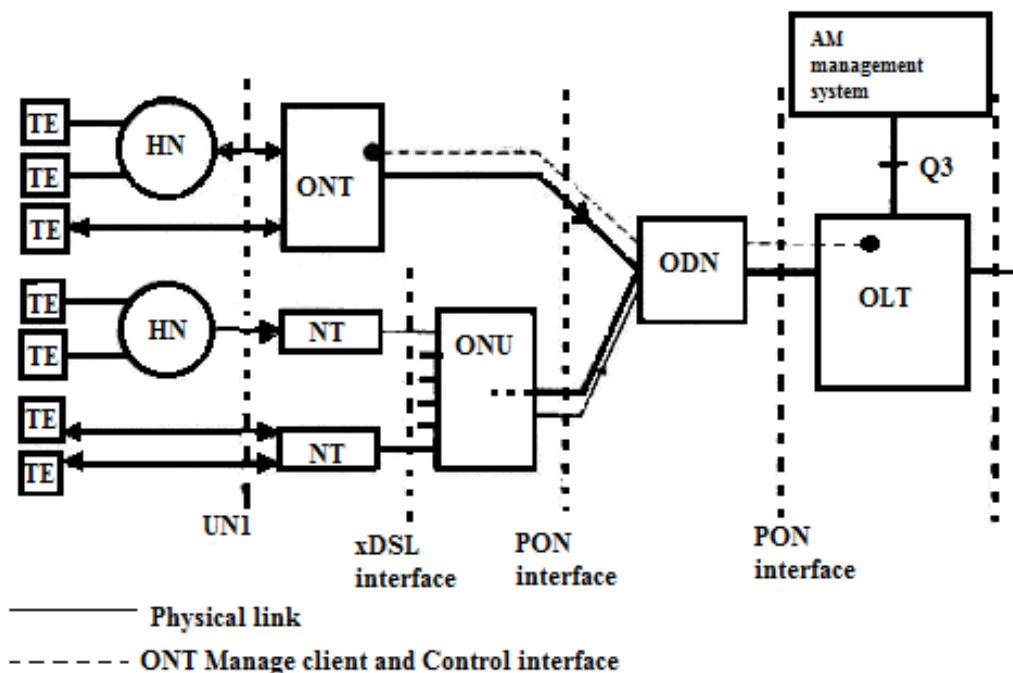


Рисунок 2.20. Эталонная модель оптической сети доступа

OMCI контроллер на стороне OLT позволяет осуществлять контроль за многими ONT. В соответствии с общими принципами управления, изложенными в разделах 1 и 3 система управления и контроля GPON охватывает ниже следующие функциональные области:

- область управления конфигурацией;
- область управления устранением неисправностей;
- область управления качеством передачи;
- область управления расчетами;
- область управления защитой информации.

Область управления конфигурацией включает в себя такие обязанности, как конфигурирование оборудования, конфигурирование сетевых пользовательских интерфейсов (UNI), организация каналов, выбор скорости передачи и некоторые дополнительные функции.

Область управления ошибками позволяет контролировать ошибки, возникающие при передаче информации в различных узлах сети в восходящем и нисходящем потоках, информировать оператора о статусе ошибок и т.д., с помощью специальных алгоритмов выявить место возникновения ошибок и др.

Область управления качеством передачи включает в себя постоянный мониторинг работы системы, проведение автоматических проверок. Отслеживается качество электропитания, временные задержки, количество ошибок в сети, отслеживается состояние среды передачи оптического сигнала.

Область управления безопасностью отвечает за сохранение целостности и защищенности информации. Здесь осуществляется шифрование данных, обмен ключами и некоторые другие функции.

## **2.6. Преимущества GEPON по сравнению с другими технологиями PON**

В настоящее время существуют четыре технологии PON, каждая из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Перечислим технологии: A-PON, B-PON, F.-PON, GEPON. Одним из преимуществ технологии GEPON по сравнению с другими является максимальная скорость, на которой возможна передача информации. Отсюда она собственно и получила свое название GEPON (Gigabit Ethernet PON). Следующей отличительной особенностью является широкий набор скоростей от 155 Мбит/с до 2488 Мбит/с, на которых может производиться передача как в восходящем, так и в нисходящем потоке, шифрование трафика с использованием крипто-алгоритма AES, что не позволяет злоумышленнику считывать трафик, адресованный кому-либо. Оборудование, реализующее технологию GEPON, может поддерживать 32/64/128 оптических сетевых блоков, а чем больше количество оптических сетевых блоков, тем выше рентабельность и более быстрая окупаемость сети в целом.

### 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ НАБЛЮДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ GPON ТЕХНОЛОГИИ

#### 3.1 Проектировать видеонаблюдения

Основным заданием является проектирования системы видеонаблюдения на примере пяти этажного объекта.

В ходе работы рассмотрены примерный план пяти этажного здания предприятия, объект был изучен по этажам отдельно от друг друга и определено точки установки камеры наблюдения. План первого этажа представлен на рисунке 3.1.

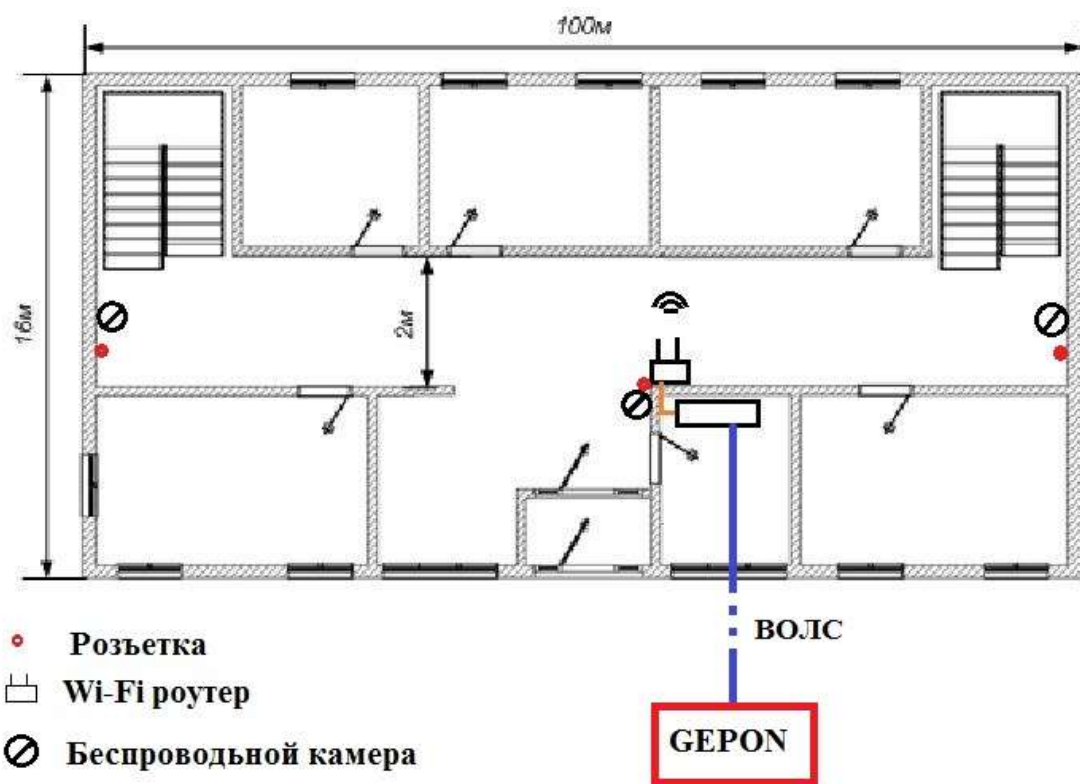


Рис. 3.1. - План первого этажа

Планы второго, четвертого и пятого этажей идентичны в соответствии с рисунком 3.2.

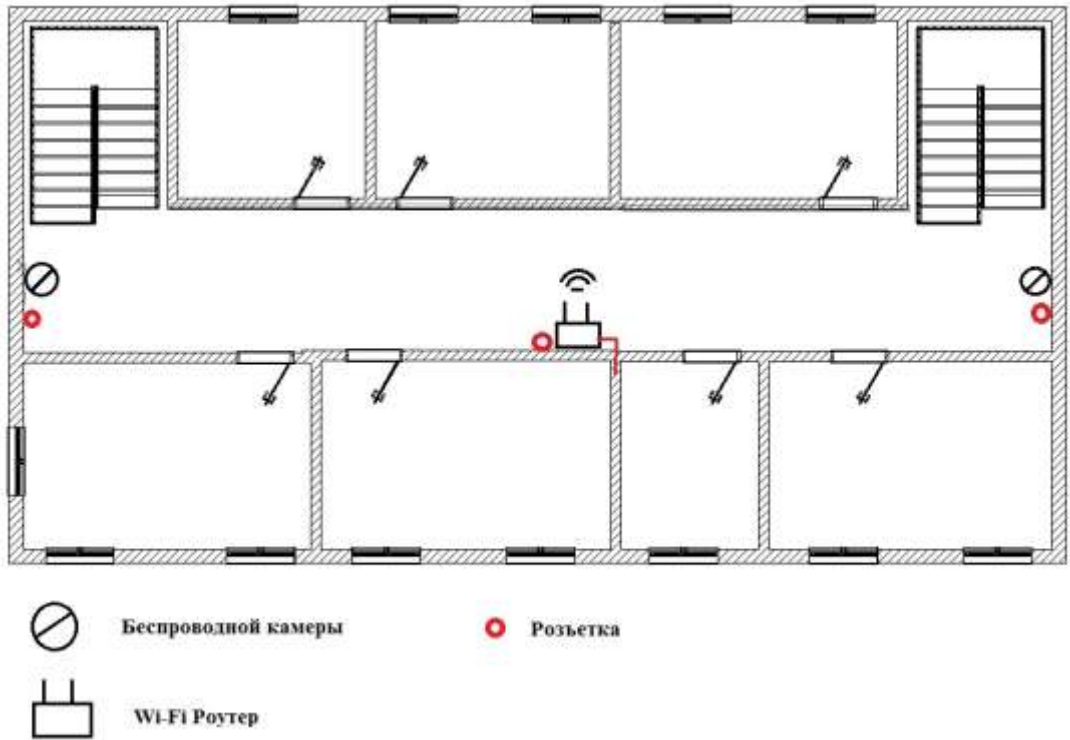


Рис. 3.2. - План второго, четвертого и пятого этажей

План третьего этажа представлен на рисунке 3.3.

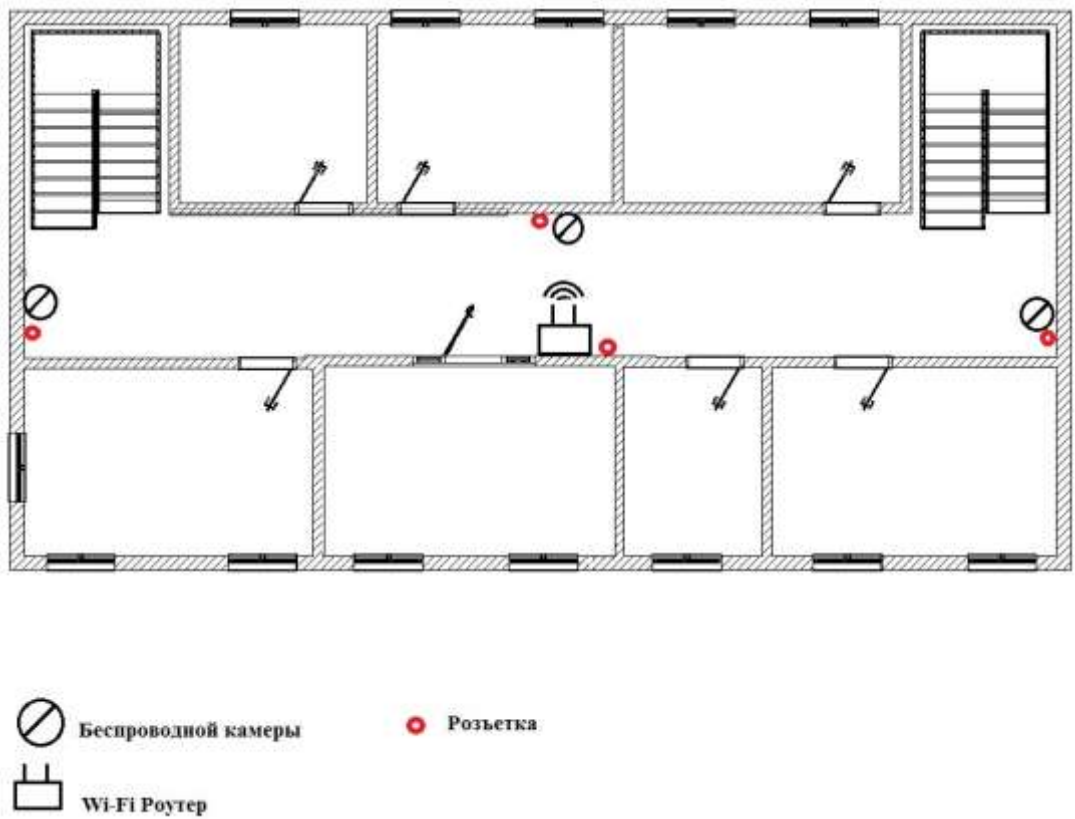


Рис. 3.3 - План третьего этажа

В соответствии с рисунком 1, ширина здания составляет 15 метров, а длина составляет 100 метров.

Например, Заказчиком будет предъявлены следующие требования:

а) основной задачей проектируемой видеосистемы является контроль технологических процессов в коридорах;

б) изображение должно быть цветным, так как необходима большая информация о деталях наблюдаемых объектов;

в) на первом и третьем этаже должно быть установлено три камеры, а на втором, четвертом и пятом, две камеры на этаже (всего девять камеры);

г) все видеокamеры должны быть зафиксированны и иметь объектив с постоянным фокусным изображением;

д) стоимость проекта должна быть оптимальный на сегодняшний день;

ж) для оператора должно быть предусмотрено оборудование:

1) один большой монитор видеонаблюдения;

2) один пульт управления;

3) все изображения должно быть отправлять на интернет(чтобы видеть через интернет и мобильный сети)

4) достаточно установить видеонаблюдение без звукозаписи.

На основании требований заказчика, была предложена система видеонаблюдения, использующая беспроводной камеры, Wi-Fi роутеры и видеорегиcтpатор. Данное оборудование заказчик закупает сам.

Типы сетей: (которых мы предлагали и устанавливал системы дистанционный видеонаблюдения)

Системы видеонаблюдения бывают разных типов и строятся на базе различного оборудования.

Начиналось все с аналоговой системы. Использовались различные квадраторы, камеры видеонаблюдения и т.п. оборудование. Сейчас, практически уже не ставится, ввиду своих малых возможностей. Современные системы видеонаблюдения начинаются с цифровых видеорегиcтpаторов

## Система видеонаблюдения на базе видеорегистратора.

Благодаря прогрессу современные цифровые видеорегистраторы намного расширили свои возможности. Сигнал с камер видеонаблюдения кодируется в цифровой и данные уже хранятся на жестком диске видеорегистратора в цифровом формате. Это заметно облегчает работу с данными, поиск и копирования записи события. Появилась функция подключения микрофонов и возможность вести запись звука синхронно с записью видео с камер видеонаблюдения. Большинство видеорегистраторов имеют выход в интернет или локальную сеть, что позволяет удаленно настраивать систему видеонаблюдения или просматривать события. Появилась функция Управления поворотными устройствами посредством программного обеспечения самого регистратора. Видеорегистраторы сами могут определять движение в поле зрения камеры видеонаблюдения и вести запись только при тревоге, так же к ним можно подключить различные датчики и настроить систему видеонаблюдения так, что она будет выполнять те или иные действия при определенных событиях. Некоторые видеорегистраторы могут работать с определенными системами контроля доступа.

Такая система видеонаблюдения более проста в построении, настройке и обслуживании, соотношение цены и получаемых взамен функций привлекательны – это основные плюсы такой системы. Из минусов можно отметить ограниченность каналов на видеорегистраторах (как правило, самые распространенные от 4 каналов до 16 каналов) и соответственно камер в системе видеонаблюдения из-за этого сложно и затратно расширить систему (если потребуется). Сложность построения больших систем видеонаблюдения и централизованное управление ими (неудобно когда за камеры видеонаблюдения отвечают разные видеорегистраторы со своими жесткими дисками и мониторами). Ограниченность архива жесткими дисками, установленными в видеорегистратор, не все видеорегистраторы поддерживают диски с большим

объемом памяти, но как правило можно настроить видеореги­стратор, что бы данные на нем хранились около месяца.

Такая система видеонаблюдения подходит для офисов, небольших магазинов, автомоек, устанавливается в ТСЖ или ЖСК, в загородных домах и дачах, небольших производствах.

Система видеонаблюдения на базе сервера, плат видеоввода.

Простыми словами система видеонаблюдения строится на базе компьютера (сервера), ПО и установленными в него платы видеоввода. Плата обрабатывает сигнал с камеры видеонаблюдения и записывает его на жесткий диск компьютера или удаленного сервера. Большинство плат видеоввода бывают двух типов, с программным и аппаратным сжатием (компрессией). Различие заключается в том, что карты видеоввода с программным сжатием обрабатывают сигнал с камеры видеонаблюдения посредством аппаратного ресурса компьютера (оперативная память, процессор и т.д.), а карты видеоввода с аппаратным сжатием сигнал посредством своих аппаратных ресурсов, т.е. имеют свои модули оперативной памяти и чипы обработки данных, что, несомненно уменьшают нагрузку на сам компьютер (сервер) и требования к нему.

Возможности систем видеонаблюдения на базе плат видеоввода гораздо шире, чем систем на базе видеореги­стратора. На систему видеонаблюдения можно установить гораздо большее количество каналов. Большой и гибкий выбор плат видеоввода позволяет подобрать подходящую систему видеонаблюдения по цене, качеству изображения и функциям. Возможность объединение системы в единое целое с централизованным управлением, удаленными местами просмотра через сеть или интернет. Возможность интеграции и работа с разными сторонними системами (например СКУД). Большой размер архива. Систему видеонаблюдения на базе плат видеоввода гораздо проще расширить, достаточно установить дополнительно еще карту видеоввода или добавить в систему сервер видеонаблюдения и настроить существующую систему. Самое главное

достоинство это возможность добавления интеллектуальных модулей видеоаналитики, которые автоматически будет выполнять многие функции, таких как считывание автомобильных номеров, контроль кассовых операций, автоматическое управление поворотными устройствами и многое другое. Из недостатков можно отметить более сложную настройку системы и стоимость.

Такая система видеонаблюдения подойдет для больших предприятий, офисных центров с большой проходимостью, больших магазинов, режимных и охраняемых объектов с пропускной системой, коттеджных поселков.

Мы использовали на этом проекта IP камера Foscam FI8906W.



Рис. 3.4. IP камера Foscam FI8906W

Уличная IP камера Foscam FI8906W по своим техническим характеристиками очень схожа с моделью FI8904W. Производитель оснастил её мощной ночной инфракрасной подсветкой состоящей из 60 диодов, что позволяет видеть на 30 метров в полной темноте. Также камера получила усиленную Wi Fi антенну, более длинное и надёжное крепление (в виду увеличения габаритов и веса камеры). Линза в Foscam FI8906W с фокусным расстоянием 4мм даёт угол обзора по горизонтали 55 градусов, что прекрасно подходит для слежение за объектами находящимися на дальнем расстоянии. Как и все уличные камеры Foscam данная модель имеет класс



защиты от внешних воздействий IP66 и прекрасно работает в наших погодных условиях круглый год.

Настраивать IP камеру FI8906W довольно просто. Русскоязычный веб интерфейс и множество статей на сайте не должны вызвать затруднений. Просматривать камеру можно локально или через интернет с помощью любого веб браузера. Есть бесплатный удобный клиент от Foscam для мобильных устройств Foscam Viewer. Камеру можно рекомендовать для использования в домашних системах видеонаблюдения.

### **Основные технические характеристики IP камера Foscam FI8906W**

- Поддерживает просмотр видео с мобильного телефона iPhone, iPad, Android
- Русскоязычный веб интерфейс
- Простая установка и настройка IP камеры
- Высокое качество видео и фото
- Автоматическое включение ИК подсветки в тёмное время (до 30 метров)
- Поддержка браузеров Internet Explorer, Mozilla Firefox ,Google Chrome, Safari, Opera
- Поддерживает удалённый мониторинг и запись видео с любой точки планеты где есть интернет
- Wi-Fi совместимый со стандартом IEEE 802.11b/g/n
- Автоматический поиск Wi-Fi роутера
- Поддерживает WEP ,WPA и WPA2 шифрование
- Возможность просмотра одновременно несколькими пользователя, защита доступа с помощью логина и пароля
- Детекция движения с информированием по E-mail или FTP
- Комплектация : IP Камера Foscam FI8906W, блок питания, диск с ПО, инструкция, дюбеля.



Рис.3.5. Разъёмы IP Камера Foscam FI8906W

Таблица 3.1.

Характеристика IP Камера Foscam FI8906W

<b>Модель</b>	<b>FI8906W</b>
Тип камеры	Влагозащищённая ИК IP Камера
День/Ночь	Авто
Мин. освещенность	0 лк
Угол обзора	55 градусов
Регулировка	Яркость, Контрастность
Сжатия видео	MJPEG
Частота кадров	20 fps (VGA), 30 fps (QVGA)
Разрешение	640 x 480 (VGA), 320 x 240 (QVGA) (300k пикселей)
Фокусное расстояние	4mm
Тип линзы	Стеклянные линзы
Сеть	10/100 Mbps Ethernet RJ-45 port, IEEE 802.11 b/g/n

Протоколы	HTTP, FTP, TCP/IP, UDP, SMTP, DHCP, PPPoE, DDNS, UPnP
Стандарт беспроводной связи	WI-FI IEEE 802.11 b/g/n
Безопасность Wi Fi	WEP шифрование 64/128 бит, WPA, WPA2
Операционная система IP камеры	OS Linux
Инфракрасное освещение	60 инфракрасных светодиодов
	Ночное видение более 30 метров
Возможности WEB сервера	Удалённый просмотр через IE 6.0, IE 7.0, Firefox Google, Safari, Opera настройка / обновление, запись
Сигнализация	Обнаружения движения
Уведомления	Отправка файлов по FTP,, уведомления по электронной почте,
Рабочая температура	-25° - 55 °
Питание	DC 5V / 2A
Размеры	180(L) x 98(W) x 103mm(H)
Вес нетто	953 г
Класс защиты	IP 66

Любую сетевую беспроводную камеру можно подключить к сети Интернет. Для этого роутер, к которому подключена наша «вай фай веб камера видеонаблюдения» должен иметь доступ к Интернету. Это может быть осуществлено по средствам проводного подключения или 3G, 4G, спутник и т.д. Для удаленного доступа к вашей мини Wi-Fi камере, она должна иметь P2P протокол (что позволяет ее легко и просто подключить посредством сканирования QR-кода), или сделать проброс портов на роутере с реальным выделенным IP адресом, что является максимально стабильным решением. Для последнего варианта, зачастую нужно заказать данную услугу (реальный IP адрес) у провайдера за дополнительную плату. По этому,

использование P2P протокола, который не требует таких условий, становится все более и более популярным в современных беспроводных системах видеонаблюдения. Все больше и больше производителей добавляют в свою продукцию эту функцию. Начали появляться такие перспективные разработки как мини Wi-Fi камера в «паре» с 3G Wi-Fi модемом, который оснащен автономным питанием и может его давать камере. Это позволило создать действительно «беспроводное видеонаблюдение через интернет». Такую Wi-Fi IP камеру, купить которую вы можете у нас в магазине, можно использовать для тех мест, где нет возможности доступа до сети 220В или же есть нужда временно использовать абсолютно беспроводное устройство в труднодоступных местах.

### **3.2. Волокно-оптический линии в системах видеонаблюдения**

Передача изображения и данных по обычным медным кабелям уже в определенной мере отстает от современных требований передачи сигналов все более высокого качества с большей скоростью на большие расстояния

Традиционным средством передачи видеосигнала в системах видеонаблюдения является коаксиальный кабель, который по своей конструкции представляет собой несимметричную линию. Распространенными в мире марками подобного типа систем являются RG-59 (2.2 дБ/100 м при 5,5 МГц) и RG11 (1,1 дБ/100 м при 5,5 МГц). Их производители рекомендуют использовать подобные системы на расстояниях до 25 и 500 метров соответственно. При применении корректирующих усилителей эту дистанцию можно увеличивать. Однако проблемой является то, что в нашей стране нет в продаже кабеля, соответствующего необходимым требованиям: как правило, встречаются лишь подделки с экраном из фольги, что абсолютно не защищает низкочастотный видеосигнал от помех.

В некоторых случаях альтернативой коаксиалу является компьютерная витая пара (УТР), представляющая собой симметричную линию связи. УТР, в отличие от обычных телефонных кабелей, равномерно свита по всей длине

и, имея равномерное волновое сопротивление и емкость, позволяет (по паспорту производителей изделий) передать видеосигнал на 1,2–1,5 км.

Методы сращивания и оконцовывания медных кабелей просты и дешевы и не представляют хлопот в полевых условиях (исключением являются пайка разъема CP-50, которая вообще не предназначена для 75-омного кабеля).

И все же надо отметить, что и кабелю и витой паре присуще сопротивление и емкость, которые ограничивают дальность, на которую можно передать сигнал. Более того, протянутые на большие расстояния проводники превращают систему в гигантскую антенну, на которую наводятся помехи от многих источников, в их числе и наводки от соседних проводников, индукционный ток от паразитных магнитных полей и многие другие посторонние источники шума электрического характера.

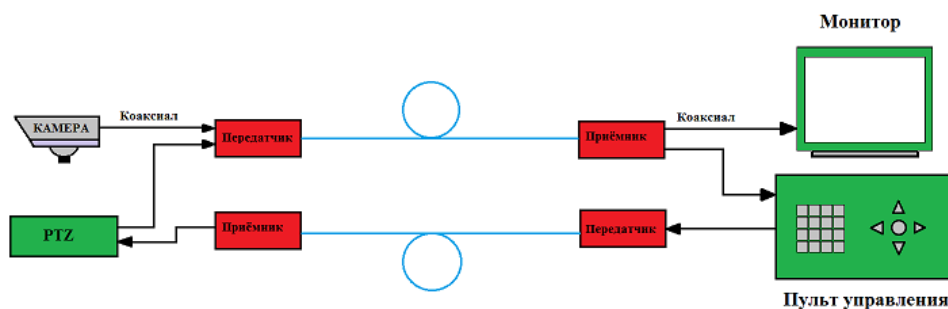


Рис.3.6. Система с управляемой камерой

### 3.3. Принципы передачи видеосигнала по волоконно-оптическим линиям

Сеть волоконно-оптической линии связи заключается в том, чтобы стать альтернативой линиям связи на витой паре или коаксиальном кабеле. Ее можно рассматривать как просто "виртуальное соединение" между двумя существующими электрическими сегментами "обычного" медного кабеля. Собственно, в этом и заключается вся функция такой линии связи. В большинстве случаев чем лучше она работает, тем меньше пользователь ощущает ее наличие.

В простейшем варианте исполнения такая линия связи состоит всего из трех компонентов:

волоконно-оптического передатчика для преобразования входного электрического сигнала от источника (например, камеры) в модулированный световой сигнал;

собственно оптоволоконной линии, по которой световой сигнал передается на приемник на расстояние, которое может составлять от нескольких метров до многих десятков километров;

волоконно-оптического приемника, восстанавливающего электрический сигнал, обычно идентичный сигналу источника, из существенно более слабого светового сигнала.

Во многих оптоволоконных линиях содержатся дополнительные компоненты, способствующие практическому функционированию подобной линии, такие, как коннекторы, участки сращивания.

### Мультиплексирование видеосигналов

Помимо использования фиксированных и управляемых камер может потребоваться, например, передача аудиоинформации - для общего оповещения либо связь по интеркому с удаленным постом. С другой стороны, частью интегрированной охранной системы могут быть тревожные контакты датчиков. Все эти сигналы можно передавать по оптоволокну или по тому, что использует видео, или по другому.

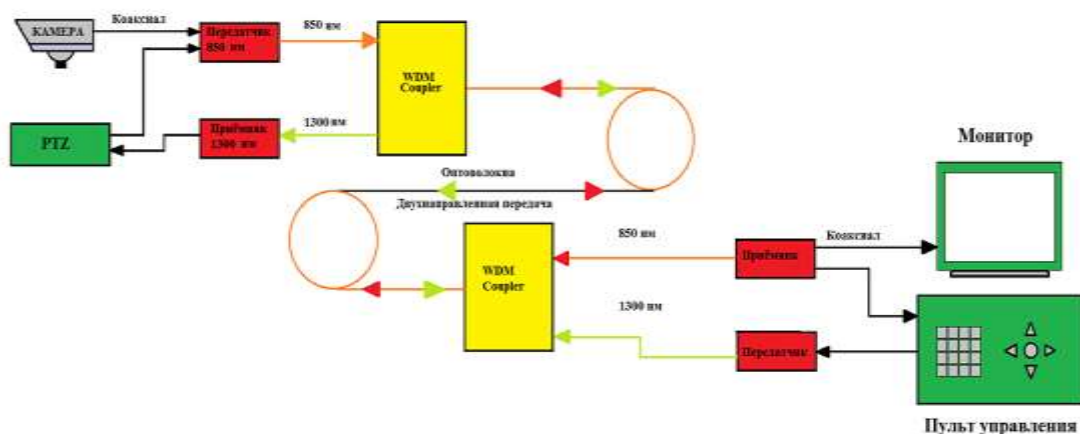


Рис.3.7. Использование оптического мультиплексора

Волоконная оптика предлагает пользователям видеосистем элегантное и экономически выгодное решение. Полоса пропускания оптоволокна шире, а потери ниже, чем у коаксиального кабеля, что позволяет передавать высококачественное изображение на большую дальность без использования линейных усилителей или репитеров. И поскольку сигнал передается в виде светового луча, а не электрического тока, система становится совершенно невосприимчивой к электрическим помехам, в том числе и наводимым соседними проводниками или даже высоковольтными ЛЭП.

Помимо сказанного, немаловажным для систем безопасности является и тот факт, что практически невозможно осуществить внешнее подключение к кабелю обычными средствами таким образом, чтобы это было незаметным.

К недостаткам вышеописанного метода стоит отнести то, что работа с волоконной толщиной в человеческий волос никогда не была столь же простой, как соединение двух проводов с помощью клеммы. К тому же в данном случае большое значение имеет чистота волокон. Помимо этого на каждом конце оптоволокна для преобразования электрического сигнала в свет и обратно требуется специальный электронный интерфейс.

На одном одномодовом оптоволокне возможно мультиплексирование до G4 видео и до 128 аудиосигналов или сигналов цифровых данных. О несколько меньшем количестве сигналов можно говорить в связи с многомодовым оптоволокном. В данном контексте под мультиплексированием имеется в виду одновременная передача полноэкранных видеосигналов в реальном времени, а не малокадровое или полиэкранное отображение (именно в этом контексте чаще всего используется этот термин).

Частотно-модулированное мультиплексирование (FM-FDM - frequency-modulated frequency division multiplexing) позволяет передавать до 16 видеоизображений по одному волокну и чаще всего используется, например, в кабельном телевидении. По сути, модулируется спектр сигнала - то есть несколько модулированных FM-видео, наподобие сигнала в обычном

антенном кабеле. Недостаток этого способа - широкая полоса сигнала и, как следствие - небольшое расстояние. Для достижения двунаправленной и передачи по одному волокну необходимо, чтобы передатчики на разных концах волокна работали на волнах разной длины, например на 850 нм и на 1300 нм соответственно. К каждому концу волокна подсоединяется разветвитель на оптическом мультиплексоре с разделением длин волн (WDM - wavelength division multiplexer), который обеспечивает возможность каждого приемника получать от находящегося на противоположном конце волокна передатчика свет только с нужной длиной волны (например, 850 нм). Нежелательные отражения от передатчика на ближнем конце оказываются в "неправильном" диапазоне (т.е. 1300 нм) и соответственно отсекаются.

При использовании WDM можно передавать несколько сигналов в одном направлении. Например, применяя комбинацию АМ и FM а также WDM на 850 и 1300 нм, без особых проблем обеспечивается передача 4 видеосигналов в одном направлении. Но такие системы "доживают" последние дни. Им присущи все недостатки аналоговых систем: неустойчивость частот, широкая полоса сигнала и, как следствие, небольшая рабочая дистанция.

#### **3.4. IP видеонаблюдение и цифровые IP камеры.**

Система IP видеонаблюдения схожа с системой на базе ПК только платы видеоввода не требуются. Сигнал передается по локальной сети или интернету. Благодаря использованию передачи сигнала с камеры видеонаблюдения по Ethernet (сети) возможности системы при построении гораздо шире. Достаточно иметь распределенную локальную сеть и к ней можно подключать камеры видеонаблюдения, которые будут передавать данные на сервер. У таких систем большое будущее, вплоть до вытеснения привычных на сегодняшний день систем видеонаблюдения.

В зависимости от типа используемого оборудования системы видеонаблюдения (СВН) подразделяются на два основных вида: аналоговые и цифровые.



Аналоговые системы, применяются при небольшом числе подконтрольных объектов, причем информация с видеокамер записывается на видеомагнитофон (видеорегистратор) или транслируется на монитор.

Достоинства:

- легкий монтаж и установка;
- невысокая стоимость.

Недостатки:

- часто возникающие сложности с хранением записи в большом количестве, из-за того, что запись осуществляется на видеокассеты;
- видеорегистратор работает только в симплексном режиме;
- продолжительность записи одной кассеты колеблется в районе трех часов, а при увеличении количества часов для записи (режим LP) значительные потери в качестве неизбежны.

Цифровые системы, строятся на основе существующей ЛВС. Часто такие системы называют IP-решениями. Конфигурация цифровой СВН предусматривает IP-камеры, устройства обработки видеосигналов (квадраторы, мультиплексоры), записывающие устройства (видеорегистраторы, видеорекордеры) и устройства отображения видеоинформации (видеомониторы). В качестве устройства записи можно задействовать обычный ПК с жестким диском достаточной емкости или сетевое хранилище (NAS), а картинку выводить на любой компьютер, подключенный к ЛВС. Для цифровой СВН не нужно создавать дополнительные коммуникации, кроме того, нередко используется не только сеть, но и ее ресурсы – серверы, хранилища данных и так далее, которые, как правило, есть у любой современной компании. IP-системы способны не только фиксировать и записывать, но и анализировать информацию, поступающую от видеокамер, считывателей системы контроля доступа, охранных и пожарных датчиков, а также могут выполнять

запрограммированные действия по защите охраняемого объекта, делая это в автономном режиме или по указанию оператора.

В зависимости от размеров объекта, требований к системе видеонаблюдения и выделенного бюджета, для построения системы можно рекомендовать различные группы оборудования.

Достоинства:

- могут быть установлены как в частном доме, так и на большом заводе или предприятии (количество видеокамер ограничивается только финансовыми возможностями);
- такое оборудование гораздо меньше по габаритам и может достигать самых миниатюрных размеров (диаметр объектива до 1 мм);
- беспроводная технология передачи данных позволяет не ограничиваться длиной провода, который ещё требуется провести (исключается монтаж оборудования);
- в любой момент и в любом месте, например, на улице или в машине, с ноутбука или со стационарного ПК можно получить всю необходимую информацию, используя интернет (IP-видеокамеры);
- возможность потери данных минимальна и стремится к нулю, так как существуют различные методы резервного копирования;
- с помощью различных современных цифровых технологий можно не только непрерывно просматривать видеоданные, но и вести наблюдение за вмешательствами в систему посторонних лиц и предотвращать подобные инциденты;
- в каждой цифровой системе видеонаблюдения есть своё программное обеспечение, которое управляет аппаратурой, вносит поправки, выполняет определённые задачи в ручном или автоматическом режиме;

- возможность использования искусственного интеллекта, который значительно упрощает задачу слежения и контроля (например, датчики движения и звука). В таких системах всё происходит автоматически с минимальным вмешательством человека.



Рис.3.8. Доступ к IP камере возможен с любого компьютера или мобильного устройства

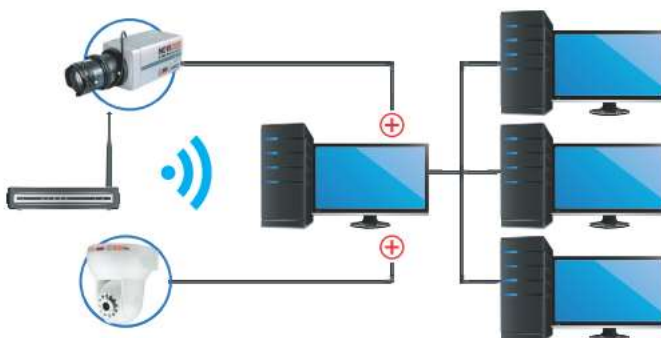


Рис.3.9. Наблюдение и запись с любого компьютера в локальной сети или через Интернет.



Рис.3.10. Беспроводные способы передачи данных: Wi-Fi.

IP видекамера соединяет в себе камеру и компьютер одновременно. Полученное на матрице изображение обрабатывается процессором в самой камере, отцифровывается и передается на устройство записи в уже сжатом виде.

### **3.5. Особенности передачи видеосигналов и звука по ВОЛС**

Сеть волоконно-оптической линии связи заключается в том, чтобы стать альтернативой линиям связи на витой паре или коаксиальном кабеле. Ее можно рассматривать как просто "виртуальное соединение" между двумя существующими электрическими сегментами "обычного" медного кабеля. Собственно, в этом и заключается вся функция такой линии связи. В большинстве случаев чем лучше она работает, тем меньше пользователь ощущает ее наличие.

В простейшем варианте исполнения такая линия связи состоит всего из трех компонентов:

волоконно-оптического передатчика для преобразования входного электрического сигнала от источника (например, камеры) в модулированный световой сигнал;

собственно оптоволоконной линии, по которой световой сигнал передается на приемник на расстояние, которое может составлять от нескольких метров до многих десятков километров;

волоконно-оптического приемника, восстанавливающего электрический сигнал, обычно идентичный сигналу источника, из существенно более слабого светового сигнала.

Во многих оптоволоконных линиях содержатся дополнительные компоненты, способствующие практическому функционированию подобной линии, такие, как коннекторы, участки сращивания.

#### **Компоненты оптоволоконных систем в CCTV**

Системы с фиксированными камерами чрезвычайно просты и обычно состоят из миниатюрного волоконно-оптического передатчика либо модульного, либо монтируемого в стойку приемника. Передатчик предельно мал и может быть смонтирован непосредственно в гермокожух камеры наблюдения, снабжается BNC-разъемом, оптическим соединителем ST и клеммами для подключения питания (12–24 В). Многие системы наблюдения состоят из нескольких таких камер, сигналы с которых передаются на

центральный пост управления, и в этом случае приемники монтируются в стандартную (19") стойку 3U с общим блоком питания.

Системы с управляемыми камерами более сложны, так как для их функционирования требуется дополнительный канал для передачи сигналов управления камерой. Собственно говоря, существует два типа системы дистанционного управления подобными камерами: для одних требуется однонаправленная передача сигналов дистанционного управления (от центрального поста к камерам), для других - двунаправленная. Системы с двунаправленно и передачей пользуются все большим спросом, так как они позволяют получать от каждой камеры подтверждение приема каждого управляющего сигнала и в результате обеспечивают большую точность и надежность управления. В пределах каждой из этих групп существует широкий спектр требований для интерфейса, в том числе TTL, RS232, RS422 и RS485.

В других системах не используется цифровой интерфейс, но данные передаются как последовательность звуковых сигналов по аналоговому каналу, подобно сигналам двухчастотного тонального набора в телефонии (DTMF). Существуют и такие системы, для которых и вовсе не требуются отдельные каналы дистанционного управления, а сигналы управления передаются по коаксиальному видеокабелю либо во время гасящего интервала, либо модуляцией высокочастотной несущей.

### **Потери при передаче**

Понимая конфигурацию (топологию, состав оборудования) при расчете, требуемом для приобретения системы, необходимо учитывать так называемый "оптический бюджет".

Оптические потери или общие затухания, складываются из потерь, происходящих в каждом элементе между передатчиком и приемником, а именно:

- затухание в волокне;
- потери на стыковке с источником;

- сращивание волокон;
- потери на коннекторах.

Когда эти потери в суммарном виде превосходят "оптический бюджет", передача сигнала становится невозможной. При расчете системы лучше всего апеллировать к наихудшим значениям. В данном случае под системой мы понимаем передатчик (с его выходной мощностью излучения), приемник (с его параметром "чувствительность"; их разница, более понятна для понимания, и есть "оптический бюджет"), и все пассивные компоненты между ними.

Грубые расчеты можно произвести, используя нижеприведенную таблицу:

## Пример расчета оптического бюджета

Тип коннектора:	Потери
ST	1,0 дБ
FC/PC	0,75 дБ
Тип волокна:	
многомод 62,5/125 при 850 нм	3,5 дБ/км
многомод 62,5/125 при 1330 нм	1,5 дБ/км
одномод 8,3/125 при 1310 нм	0,6 дБ/км
одномод 8,3/125 при 1550 нм	0,4 дБ/км
Тип соединения:	
механический сплайс	0,5 дБ
сварка	0,2 дБ
Оптический кросс (patch panel)	2,0 дБ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• параметры приближительны, требуют измерений в каждом конкретном случае</li> </ul>	

**Сравнение затрат – оптическое волокно и медные кабели**

Стоимость реализации волоконно-оптической сети за последние несколько лет существенно снизилась, так что наконец стало возможным показательное сравнение с другими линиями передачи, такими, как системы с витыми парами и коаксиальными кабелями.

До тех пор пока камеры и мониторы не станут комплектоваться коаксиальными разъемами и оптическими ST-коннекторами, волоконно-оптические линии всегда будут страдать от дополнительных ценовых затрат, связанных со стоимостью внешних компонентов тракта, где стоимость дополнительного коммутационного оборудования составляет существенную долю от общей. Однако для линий длиной более нескольких сот метров волоконно-оптические системы становятся все более привлекательными, поскольку стоимость прокладки коаксиальных кабелей увеличивается не в

прямой пропорции, а либо в силу необходимости использования более высококачественных кабелей, либо из-за промежуточных усилителей, но иногда и по двум причинам сразу.

Таблица 3.3.

Пример расчета для длины волны 1300 нм

ST-коннекторы, 2шт	1,0 дБ	2,0 дБ
Сварное соединение	0,2 дБ	0,2 дБ
Оптический кросс	2,0 дБ	4,0 дБ
Поправка на деградацию волокна		3,0 дБ
Итого без учета кабеля:		9,2 дБ
«Оптический бюджет»		18 дБ
Максимально возможные потери в кабеле		8,8 дБ
Максимально возможные расстояние на 1300 нм	1,5 дБ/ км	5,87 км

Таким образом, всегда существует длина линии, скорее всего, между 600 и 1000 м, при превышении которой применение видеосистем с оптоволоконными линиями связи оправдано уже с одной только точки зрения затрат. Если средняя длина линии существенно меньше, а минимальная стоимость тракта передачи – ваш единственный критерий выбора физической среды передачи сигналов, то применение волоконно-оптических линий маловероятно. С другой стороны, если важны и другие факторы, такие, как качество изображения, отсутствие помех и наводок, то почему бы не рассмотреть возможность использования в вашей системе оптического волокна - вы можете быть приятно удивлены.



## 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЭКОЛОГИЯ

### 4.1 Защита людей от поражения электрическим током при работе на оборудовании и с электрооборудованием

Электрический ток, проходя через живые ткани, оказывает термическое, химическое, биологическое воздействия и вторичные травмы. Это приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее повреждение организма.

*Биологическое воздействие* Жизнь человека зависит от нормального функционирования центральной нервной системы (ЦНС) и сердечно-сосудистой системы (ССС). Установлено, что работа как ЦНС, так и ССС основана на электрических процессах. Поэтому ток, пришедший извне, разрушает работу этих систем - он физиологически несовместим с ними.

*Термическое воздействие.* Источниками термического действия тока могут быть токи высокой частоты, нагретые током металлические предметы и резисторы, электрическая дуга, оголенные токоведущие части.

*Химическое действие.* Организм человека состоит из неполярных и полярных молекул, катионов и анионов. Все эти элементарные частицы находятся в непрерывном хаотическом тепловом движении, обеспечивающем жизнедеятельность организма. При контакте с токоведущими частями в организме человека взамен хаотического формируется направленное, строго ориентированное перемещение ионов и молекул, нарушающее нормальное функционирование организма.

*Вторичные травмы.* Реакция человека на действие тока обычно проявляется в виде резкого непроизвольного движения типа отдергивания руки от места контакта с горячим предметом. При таком перемещении возможны механические повреждения органов вследствие падения, удара о рядом расположенные предметы и т. п.

Рассмотрим различные виды электропоражений. Поражение электрическим током подразделяют на две группы: электрический удар и

электрические травмы. Электрический удар связывают с поражением внутренних органов, электрические травмы - с поражением внешних органов. В большинстве случаев электротравмы излечиваются, но иногда, при тяжелых ожогах, травмы могут привести к гибели человека.

Различают следующие электрические травмы: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия и механические повреждения.

*Электрический удар* - это поражение внутренних органов человека: возбуждение живых тканей организма протекающим через него электрическим током, сопровождающееся непроизвольным судорожным сокращением мышц. Степень отрицательного воздействия на организм этих явлений может быть различной. В худшем случае электрический удар приводит к нарушению и даже полному прекращению деятельности жизненно важных органов - легких и сердца т.е. к гибели организма. При этом внешних местных повреждений человек может и не иметь.

Причинами смерти в результате поражения электрическим током могут быть: прекращение работы сердца, прекращение дыхания и электрический шок.

*Прекращение работы сердца*, как следствие воздействия тока на мышцу сердца, наиболее опасно. *Прекращение дыхания* может быть вызвано прямым или рефлекторным воздействием тока на мышцы грудной клетки, участвующие в процессе дыхания. *Электрический шок* - своеобразная тяжелая нервно-рефлекторная реакция организма на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся глубокими расстройствами кровообращения, дыхания, обмена веществ и т.д.

Как при параличе дыхания, так и при параличе сердца функции органов самостоятельно не восстанавливаются, в этом случае необходимо оказание первой помощи (искусственное дыхание и массаж сердца). Кратковременное действие больших токов не вызывает ни паралича дыхания, ни фибрилляции

сердца. Сердечная мышца при этом резко сокращается и остается в таком состоянии до отключения тока, после чего продолжает работать.

Действие тока величиной 100 мА в течение 2 - 3 секунд приводит к смерти (смертельный ток).

*Ожоги* происходят вследствие теплового воздействия тока, проходящего через тело человека, или от прикосновения к сильно нагретым частям электрооборудования, а также от действия электрической дуги. Наиболее сильные ожоги происходят от действия электрической дуги в сетях 35 - 220 кВ и в сетях 6 - 10 кВ с большой емкостью сети. В этих сетях ожоги являются основными и наиболее тяжелыми видами поражения. В сетях напряжением до 1000 В также возможны ожоги электрической дугой (при отключении цепи открытыми рубильниками при наличии большой индуктивной нагрузки).

*Электрические знаки* - это поражения кожи в местах соприкосновения с электродами круглой или эллиптической формы, серого или бело-желтого цвета с резко очерченными гранями ( $D = 5 - 10$  мм). Они вызываются механическим и химическим действиями тока. Иногда появляются не сразу после прохождения электрического тока. Знаки безболезненны, вокруг них не наблюдается воспалительных процессов. В месте поражения появляется припухлость. Небольшие знаки заживают благополучно, при больших размерах знаков часто происходит омертвление тела (чаще рук).

*Электрометаллизация кожи* - это пропитывание кожи мельчайшими частицами металла вследствие его разбрызгивания и испарения под действием тока, например при горении дуги. Поврежденный участок кожи приобретает жесткую шероховатую поверхность, а пострадавший испытывает ощущение присутствия инородного тела в месте поражения.

*Факторы, влияющие на исход поражения электрическим током.* Воздействие тока на организм человека по характеру и последствиям поражения зависит от следующих факторов:

- электрического сопротивления тела человека

- величины напряжения и тока
- длительности воздействия тока;
- частоты и рода тока;
- пути прохождения тока через тело человека;
- состояния здоровья человека и фактора внимания.
- условий внешней среды

Величина тока, протекающего через тело человека, зависит от напряжения прикосновения  $U_{\text{ПР}}$  и сопротивления тела человека  $R_{\text{ч}}$ .

$$I_{\text{ч}} = U_{\text{ПР}} / R_{\text{ч}}.$$

*Сопротивление тела человека.* Электрическое сопротивление разных частей тела человека различно: наибольшее сопротивление имеет сухая кожа, её верхний роговой слой, в котором нет кровеносных сосудов, а так же костная ткань; значительно меньшее сопротивление внутренних тканей; наименьшее сопротивление имеют кровь и спинно - мозговая жидкость. Сопротивление человека зависит от внешних условий: оно понижается при повышении температуры, влажности, загазованности помещения. Сопротивление зависит от состояния кожных покровов: при наличии поврежденной кожи - ссадин, царапин - сопротивление тела уменьшается.

Итак, наибольшим сопротивлением обладает верхний роговой слой кожи:

- при снятом роговом слое  $R_{\text{ч}} = 600 - 800 \text{ Ом}$ ;
- при сухой неповрежденной коже  $R_{\text{ч}} = 10 - 100 \text{ кОм}$ ;
- при увлажненной коже  $R_{\text{ч}} = 1000 \text{ Ом}$ .

Сопротивление тела человека, кроме того, зависит от величины тока и приложенного напряжения; от длительности протекания тока. плотности контактов, площади соприкосновения с токоведущими поверхностями и пути электрического тока

Для анализа травматизма сопротивление кожи человека принимают  $R_{\text{ч}} = 1000 \text{ Ом}$ .

С ростом тока, проходящего через человека, его сопротивление уменьшается, т. к. при этом увеличивается нагрев кожи и растет потоотделение. По этой же причине снижается  $R_{ч}$  с увеличением длительности протекания тока. Чем выше приложенное напряжение, тем больше ток человека  $I_{ч}$ , тем быстрее снижается сопротивление кожи человека.

*Величина тока.* В зависимости от его величины электрический ток, проходящий через человека (при частоте 50 Гц), вызывает следующие травмы:

- при 0.6 - 1.5 мА - легкое дрожание рук;
- при 5 - 7 мА - судороги в руках;
- при 8 - 10 мА - судороги и сильные боли в пальцах и кистях рук;
- при 20 - 25 мА - паралич рук, затруднение дыхания;
- при 50 - 80 мА - паралич дыхания, при длительности более 3 с - паралич сердца;
- при 3000 мА и при длительности более 0.1 с - паралич дыхания и сердца, разрушение тканей тела.

Следовательно, смертельным следует считать величины тока 0.1 А. С повышением частоты электрического тока более 500 Гц действие его ослабевает.

Напряжение, приложенное к телу человека, также влияет на исход поражения, но лишь постольку, поскольку оно определяет значение тока, проходящего через человека.

*Длительность воздействия тока.* Существенное влияние на исход поражения оказывает длительность прохождения тока через тело человека. Продолжительное действие тока приводит к тяжелым, а иногда смертельным поражениям.

При кратковременном воздействии (0,1,0,5 с) ток порядка 100 мА не вызывает фибрилляции сердца. Если увеличить длительность воздействия до 1 с, то этот же ток может привести к смертельному исходу. С уменьшением

длительности воздействия значения допустимых для человека токов существенно увеличиваются. Так, при изменении времени воздействия от 1 до 0,1 с допустимый ток возрастет, примерно, в 16 раз.

*Частота и род тока.* Постоянный ток как не изменяющийся во времени по величине и напряжению, ощущается только в моменты включения и отключения от источника. Обычно его действие тепловое (при длительном включении). При больших напряжениях он может вызывать электролиз ткани и крови. По мнению многих исследователей, постоянный ток напряжением до 300 В менее опасен, чем переменный ток того же напряжения. Большинство исследователей пришли к выводу, что переменный ток промышленной частоты 50 - 60 Гц является наиболее опасным для организма. Это объясняется следующим образом. При приложении к клетке постоянного тока частицы внутриклеточного вещества расщепляются на ионы разного знака, которые устремляются к внешней оболочке клетки. Если на клетку воздействует ток переменной частоты, то, следуя за изменениями полюсов переменного тока, ионы будут перемещаться то в одну, то в другую сторону. При некоторой частоте тока ионы будут успевать проходить двойную ширину клетки (туда и обратно). Эта частота и соответствует наибольшему возмущению клетки и нарушению ее биохимических функций (50 - 60 Гц).

С увеличением частоты переменного тока амплитуда колебаний ионов уменьшается, и при этом происходит меньшее нарушение биохимических функций клетки. При частоте порядка 500 кГц этих изменений уже не происходит. Здесь опасным для человека являются ожоги от теплового воздействия тока.

*Пути прохождения тока через тело человека.* Путь тока в теле человека зависит от того, какими участками тела пострадавший прижимается к токоведущим частям, его влияние на исход поражения проявляется еще и потому, что сопротивление кожи на разных участках тела неодинаково.

Электротравмы происходят при движении тока по одному из трех путей:

- 1) рука - туловище - рука;
- 2) рука - туловище - нога;
- 3) обе руки- туловищ -обе ноги.

При движении тока по третьему пути сопротивление цепи наибольшее, следовательно, степень травматизма наименьшая. Наиболее сильное действие тока будет при движении его по первому пути.

Наиболее опасно прохождение тока через дыхательные мышцы и сердце. Часть общего тока, проходящего через сердце:

- путь рука - рука - 3,3 % общего тока;
- путь левая рука - ноги - 3,7 % общего тока;
- путь правая рука - ноги - 6,7 % общего тока;
- путь нога - нога - 0,4 % общего тока.
- голова – ноги – 6,8 % общего тока;
- голова - руки – 7% общего тока

Наименьший ток через сердце проходит при пути тока по нижней петле "нога-нога". Однако из этого не следует делать выводы о малой опасности нижней петли (действие шагового напряжения). Обычно, если ток достаточно велик, он вызывает судороги ног, и человек падает, после чего ток уже проходит через грудную клетку, т.е. через дыхательные мышцы и сердце.

#### **4.2. Классификация чрезвычайных ситуаций**

Чрезвычайные ситуации классифицируют:

- по природе возникновения - природные, техногенные, экологические, биологические, антропогенные, социальные и комбинированные;
- по масштабам распространения последствий – локальные, объектовые, местные, национальные, региональные, глобальные;

- по причине возникновения – преднамеренные и непреднамеренные (стихийные);
- по скорости развития – взрывные, внезапные, скоротечные, плавные;
- по возможности предотвращения ЧС – неизбежные (природные), предотвращаемые (техногенные, социальные), антропогенные.

К *техногенным* относятся ЧС, происхождение которых связано с техническими объектами – пожары, взрывы, аварии на химически опасных объектах, выбросы радиоактивных веществ, обрушений зданий, аварии на системах жизнеобеспечения.

К *природным* относятся ЧС, связанные с проявлением стихийных сил природы – землетрясения, наводнения, извержения вулканов, оползни, ураганы, смерчи, бури, природные пожары и др.

К *экологическим* ЧС относятся аномальные природное загрязнение атмосферы, разрушение озонового слоя земли, опустынивание земель, засоление почв, кислотные дожди и др.

К *биологическим* ЧС относятся эпидемии, эпизоотии, эпифитотии.

К *социальным* ЧС относятся события, происходящие в обществе – межнациональные конфликты, терроризм, грабежи, геноцид, войны и др.

*Антропогенные* ЧС являются следствием ошибочных действий людей.

*Локальные* ЧС – это чрезвычайные ситуации, масштабы которых ограничиваются одной промышленной установкой, поточной линией, цехом, небольшим производством или какой-то отдельной системой предприятия. Для ликвидации последствий достаточно сил и средств, имеющихся на пострадавшем объекте.

*Объектовые* ЧС – это чрезвычайные ситуации, когда последствия ограничиваются территорией завода, комбината, промышленно – производственного комплекса, учреждения, учебного заведения, но не выходит за рамки объекта. Для их ликвидации привлекают, хотя и все силы



и средства предприятия, но их достаточно, чтобы справиться с аварийной ситуацией.

*Местные ЧС* – это чрезвычайные ситуации, масштабы которых ограничены поселком, городом, районом, отдельной областью. Для ликвидации последствий достаточно сил и средств, имеющихся в непосредственном подчинении местной власти, начальника ГО, его комиссии по ЧС, а также на объектах промышленности, транспорта. В отдельных случаях могут привлекаться воинские части гражданской обороны и другие подразделения МЧС.

*Национальные ЧС* – это чрезвычайные ситуации, которые охватывают несколько экономических районов или суверенных государств, но не выходят за пределы страны. Последствия ликвидируются силами и ресурсами страны, зачастую с привлечением иностранной помощи.

*Региональные ЧС* – это чрезвычайные ситуации, распространяющиеся на несколько областей, республик, крупный регион. Их ликвидацией занимаются, как правило, региональные центры МЧС или специально создаваемые министерством оперативные группы. Для проведения спасательных и других неотложных работ привлекают, кроме всех видов формирований, подразделения МЧС, МВД и ОМ.

*Глобальные ЧС* – это чрезвычайные ситуации, последствия которых настолько велики, что захватывают значительные территории, несколько республик, краев, областей и сопредельные страны. Для ликвидации последствий привлекают силы МЧС, МО, МВД, ФСБ. Проведением спасательных и других неотложных работ, как правило, занимается специальная правительственная комиссия или лично начальник ГО страны – Председатель Правительства.

Чрезвычайные ситуации мирного времени можно разделить на *пять групп*:

- сопровождающиеся выбросами опасных веществ в окружающую среду;

- связанные с возникновением пожаров, взрывов и их последствий;
- на транспортных коммуникациях;
- военно-политического характера;
- вызванные стихийными бедствиями.

К *первой* группе чрезвычайных ситуаций, сопровождающихся выбросами опасных веществ в окружающую среду, относят:

- аварии на атомных электростанциях;
- утечки радиоактивных газов на предприятиях ядерно-топливного цикла за пределы санитарно-защитной зоны;
- аварии на атомных судах с радиоактивным загрязнением акватории порта и прибрежной территории;
- аварии на ядерных установках научно - исследовательских центров с радиоактивным загрязнением территории;
- аварийные ситуации во время промышленных и испытательных ядерных взрывов, связанные со сверхнормативным выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду;
- падение летательных аппаратов с ядерными энергетическими устройствами на борту с последующим радиоактивным загрязнением местности;
- аварии на химически опасных объектах с выбросом (утечкой) в окружающую среду сильнодействующих ядовитых веществ;
- аварии с выбросом (утечкой) в окружающую среду бактериологических средств и биологических веществ в концентрациях, превышающих допустимых значения.

К *второй* группе чрезвычайных ситуаций относятся:

- пожары в населенных пунктах, на объектах экономики и транспортных коммуникациях;
- взрывы на объектах и транспортных коммуникациях;
- взрывы в жилых домах.

К *третьей* группе относятся:

- авиационные катастрофы;
- столкновение и сход с рельсов железнодорожных составов (поездов в метрополитене);
- аварии на водных коммуникациях, повлекшие значительное количество человеческих жертв или вызвавшие загрязнение акватории портов, прибрежных территорий, внутренних водоемов нефтепродуктами и (или) сильнодействующими ядовитыми веществами;
- аварии на трубопроводах, вызвавшие выброс большой массы транспортируемых веществ и загрязнение ими окружающей среды;
- аварии на энерго - и других инженерных сетях, повлекшие нарушение нормальной жизнедеятельности населения в результате возникновения вторичных факторов.

К *четвертой* группе относятся ЧС военно-политического характера в мирное время:

- единичный (случайный) ракетно – ядерный удар, нанесенный с акватории нейтральных вод кораблем неустановленной принадлежности или падения носителя ядерного оружия с взрывом боевой части;
- падение носителя ядерного оружия с разрушением или без разрушения боевой части;
- вооруженное нападение на штабы, пункты управления, узлы связи, склады войсковых сооружений и частей (в том числе гражданской обороны);
- волнение в отдельных районах, вызванных выступление антиобщественных или националистических групп (элементов), попытка захвата радиовещательных станций, государственных и общественно-политических учреждений.

*Пятая* группа включает чрезвычайные ситуации, вызванные стихийными бедствиями:

- стихийные бедствия, геологического характера (землетрясения, вулканы, оползни, селевые потоки, снежные лавины);

- Стихийные бедствия метеорологического характера (ураганы, бури, смерчи);

- стихийные бедствия гидрологического характера (наводнение, заторы льдов на реках, цунами);

- природные пожары.

#### **4.3. Соизмерения природных и производственных потенциалов территории**

Техногенное загрязнение среды является наиболее очевидной и быстродействующей негативной причинной связью в системе экосферы: «экономика, производство, техника, среда». Оно обуславливает значительную часть природоёмкости техносферы и приводит к деградации экологических систем, глобальным климатическим и геохимическим изменениям, к поражениям людей. На предотвращение загрязнения природы и окружающей человека среды направлены основные усилия современной экологии.

Преодоление экологического кризиса требует определения допустимой антропогенной нагрузки на биосферу, соизмерения природных и производственных потенциалов территории, нормирования техногенных воздействий, т.е. экологической регламентации хозяйственной деятельности человека. Не менее важно обеспечить всесторонний и объективный контроль за выполнением экологических регламентов на глобальном, региональном и локальном уровнях, - то, что может быть реализовано еще до глубокой экологизации экономики и производства.

Наиболее полно эти требования могут быть реализованы в пределах такого природно-хозяйственного комплекса, который образует равновесную эколого-экономическую систему. Понятие эколого-экономической системы (ЭЭС) широко используется в современной экономической и экологической литературе наряду с близкими по смыслу понятиями «природно-

экономическая система», «биоэкономическая система\*» и «природно-техническая система».

В настоящее время существует два уровня интерпретации понятия ЭЭС - глобальный и территориальный. Согласно первому ЭЭС трактуется как тип экологически ориентированной социально-экономической формации. Именно в этом смысле на закрытии Конференции ООН ее председатель М.Стронг говорил о необходимости перехода человечества от экономической системы к эколого-экономической системе. Но в глобальном смысле пока что это отдаленная и довольно абстрактная перспектива. Для практической реализации принципа сбалансированного природопользования важно иметь представление об ЭЭС на территориальном уровне - в отдельных регионах и промышленных комплексах.

В такой трактовке эколого-экономическая система - это ограниченная определенной территорией часть техносферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимоподдерживающими потоками вещества, энергии и информации. В литературе по инженерной экологии довольно широко употребляется понятие природно-технической системы. Под природно-технической системой (ПТС) понимают совокупность природных и искусственных объектов, сформировавшуюся на какой-то территории в результате строительства и эксплуатации промышленных комплексов, инженерных сооружений и технических средств, взаимодействующих с компонентами природной и социальной среды.

К сожалению, реальные ПТС никто никогда не рассматривал с позиций эколого-экономического баланса. Индустриальное развитие никогда не ставило своей целью создание сбалансированных ЭЭС. А механизмы экологической регламентации хозяйственной деятельности, такие, как оценка предполагаемых воздействий на окружающую среду и экологическая экспертиза программ и проектов, сами по себе не в состоянии обеспечить практическую реализацию требований сбалансированности. Но это не

означает, что такие системы невозможны. Следует только различать понятия «сбалансированная эколого-экономическая система» и «сбалансированное эколого-экономическое развитие». Последнее обычно предполагает коэволюцию живой природы и общества, т.е. по существу согласование скоростей естественной эволюции и общественного прогресса. Вот это действительно невозможно.

Модели ЭЭС: структура и потоки. Сейчас известно много попыток моделирования ЭЭС. Региональные ЭЭС обычно представляются в виде блочных моделей, в которых анализируются связи, но нет подходов к количественной экологической регламентации.

ЭЭС представляет собой сочетание совместно функционирующих экологической и экономической систем, обладающее эмерджентными свойствами. Напомним, что экосистема - это сообщество живых организмов, так взаимодействующих между собой и со средой обитания, что поток энергии создает устойчивую структуру и круговорот веществ между живой и неживой частями системы. В свою очередь экономическая система является организованной совокупностью производительных сил, которая преобразует входные материально-энергетические потоки природных и производственных ресурсов в выходные потоки предметов потребления и отходов производства. Таким образом, часть материальных элементов экологической системы, в том числе и элементов среды обитания человека используется как ресурс экономической системы.

Сама по себе процедура соизмерения основана на определении и сопоставлении *экологической техноемкости территории* (ЭТТ или ПДТН) и *природоемкости хозяйства территории*. Эта процедура практически совпадает с оценкой безопасности территориальных комплексов.

Необходимость смены техногенного типа развития требует введения экологических ограничений или экологических нормативов. Экологическая техноемкость территории и предельно допустимая техногенная нагрузка по существу являются универсальными территориальными экологическими

нормативами, предназначенными для *регламентации хозяйственной деятельности*. Но как раз ЭТТ и ПДТН законодательно не утверждены как нормативы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первом главе рассмотрено анализ технологии системы видеонаблюдения. Определено основные преимущества ПЗС-телекамер в сравнении с телекамерами на передающих трубках:

- очень низкая минимальная освещенность (для черно-белых до 1 лк на объекте);
- отсутствие геометрических искажений благодаря точной двумерной конструкции;
- низкое энергопотребление;
- не требуется высокое напряжение для ускорения луча;
- маленькие размеры;
- не подвержены воздействию внешних электромагнитных полей;
- и самое важное неограниченное время жизни электронов, генерируемых фотоэффектом.

Кроме этого рассмотрению устройства обработки видеосигналов, цифровое сет в видеонаблюдение, средства передачи видеосигнала и сетевые технологии в системах видеонаблюдения.

В втором главе рассмотрено преимущество GEPON технологии при передаче и управлении видео данных.

GEPON (Gigabit-Ethernet Passive Optical Network) - это технология пассивных оптических сетей доступа, которая является модификацией технологии A-PON. Как и всем технологиям PON ей свойственно то, что при построении оптической сети доступа на основе этой технологии также используются только пассивные компоненты, которые рассматривались в предыдущих главах. Технология GEPON поддерживает все существующие сервисы, что делает ее привлекательной для задач бизнеса и при решении проблемы «последней мили» у конечного пользователя. Она поддерживает такие услуги, как высоко скоростной Ethernet, цифровая телефония, передача высококачественных телевизионных каналов и т.д. Сделано анализ преимущества и недостатки GEPON-архитектуры.



Оптические сети доступа на основе технологии GPON могут иметь различные способы резервирования. Приведем способы резервирования, применяемые на сети GPON:

- резервирование волокон, по которым осуществляется передача оптического сигнала;
- использование второго блока OLT в качестве резервного, плюс использование резервного волокна в направлении от OLT к разветвителю;
- полное дублирование блоков OLT и ONU на передающей и принимающей сторонах.

Исследовано PMD и GTC уровень технологии GPON, структура кадра GTC TC.

Основной особенностью всех GPON сетей является то, что нисходящий поток достигает все оптические сетевые блоки (ONU), подключенные к сети. Злоумышленник после некоторых манипуляций с перепрограммированием ONU может добиться того, что будет получать информацию, адресованную другим пользователям. Система безопасности PON сетей как раз должна уметь противостоять такого рода угрозам, как «прослушивание». Конечно, существуют и другие специфические виды угроз, но они не будут рассматриваться в этой главе, так как требуют больших затрат и, следовательно, мало применимы.

Другая особенность сети GPON состоит в том, что пользователь одного ONU никаким образом не может получить передаваемую информацию пользователем другого ONU. Это обстоятельство позволяет передавать в восходящем потоке шифро-ключи и другую важную информацию без необходимости предварительного шифрования этих данных.

В третьей главе рассмотрено организация и управления дистанционной наблюдения с помощью GPON технологии.

В ходе работы рассмотрены примерный план пяти этажного здания предприятия, объект был изучен по этажам отдельно от друг друга и определено точки установки камеры наблюдения.

Любую сетевую беспроводную камеру можно подключить к сети Интернет. Для этого роутер, к которому подключена наша «вай фай веб камера видеонаблюдения» должен иметь доступ к Интернету. Это может быть осуществлено по средствам проводного подключения или 3G, 4G, спутник и т.д. Для удаленного доступа к вашей мини Wi-Fi камере, она должна иметь P2P протокол (что позволяет ее легко и просто подключить посредством сканирования QR-кода), или сделать проброс портов на роутере с реальным выделенным IP адресом, что является максимально стабильным решением. Для последнего варианта, зачастую нужно заказать данную услугу (реальный IP адрес) у провайдера за дополнительную плату. По этому, использование P2P протокола, который не требует таких условий, становится все более и более популярным в современных беспроводных системах видеонаблюдения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислам Каримов на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2012 года и приоритетам социально-экономического развития на 2013 год 18 января 2013 года.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 17 апреля 2013 года № ПП-1957 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию сферы услуг и сервиса в сельской местности в 2013-2016 годах»
3. Вlado Дамьяновски CCTV Видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии
4. Алексеев, Е.Б. Оптические сети доступа / Е.Б. Алексеев. – М.: ИПК при МТУ СИ, 2005.– 140 с.
5. Кашкаров А.П. Видеокамеры и Видеорегистраторы для дома
6. К.Л. Тявловский, Т.Л. Владимирова, Р.И. Воробей СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ – ОСНОВИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
7. В. А. Ворона, В. А. Тихонов Системы контроля и управления доступом
8. Желько Попович Следующее поколение пассивных оптических сетей
9. П. Демидов Применение элементов волоконной оптики для построения систем видеонаблюдения
10. Никитин В. В, Цицулин А. К. Проектирование и монтаж линий связи
11. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для студентов ВУЗов/ ред. Л. А. Муравий, 2002.
12. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности М.: Высшая школа. 2003.
13. Ёрматов Ғ.Ё., Исамухамедов Ё.У. Мехнатни мухофаза қилиш. Дарслик. Ўзбекистан нашриёти. Тошкент 2002.
14. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. – Тошкент: «Ўзбекистон». 1997 й.

### **Интернет веб-сайты**

15. [www.as-sb.ru](http://www.as-sb.ru) (Типы систем видеонаблюдения).
16. [www.aurabi.ru](http://www.aurabi.ru) (Оборудование систем видеонаблюдения).
17. [www.novacom.ru](http://www.novacom.ru) (Монтаж систем видеонаблюдения).
18. [www.videomonitor.ru](http://www.videomonitor.ru) (Системы видеонаблюдения).
19. [www.mtgs.ru](http://www.mtgs.ru) (GEPON технология)