

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

**ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ
НАУК**

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ
ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» Г. МОСКВА**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02
Инфокоммуникационные технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001252
Царегородцева Дмитрия Владимировича

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент
кафедры информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ», А.В. Болдышев

Рецензент
Инженер электросвязи 2
категории службы управления сетями,
сервисами и информационными
системами Белгородского филиала
ПАО «Ростелеком», И.А. Каменев

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»	6
2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ....	15
2.1 Основы технологии Gigabit Ethernet	16
2.2 Основы технологии PON	19
2.3 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи	23
3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	25
3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети	25
3.2 Расчет трафика телефонии	28
3.3 Расчет графика IP-TV	29
3.4 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.	30
4. ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»	33
4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»	43
4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования	51
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	56
5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительно-монтажные работы	56
5.2 Расчет эксплуатационных расходов	58
5.3 Определение доходов от основной деятельности	61
5.4 Определение оценочных показателей проекта	62
6. МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	72

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР				
		№ докум.							
Разраб.	Царегородцев Д.В.				ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» Г. МОСКВА			Листов	
Провер.	Болдышев А.В.								70
Рецензент	Каменев И.А.								
Н. контр.	Болдышев А.В.								
Утв.	Жиляков Е.Г.								
					НИУ «БелГУ», гр.07001252				

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии играют важную роль в развитии общества. Они направлены на облегчение жизнедеятельности и повышении эффективности труда и производства. Помимо этого на информационных технологиях построены средства массовой информации.

Человеку стало намного легче получать необходимую информацию и обмениваться ей. Благодаря развитию глобальных сетей, можно в любой точке мира быть в курсе последних новостей, общаться с друзьями и близкими.

Распространение сети Интернет и совершенствование протоколов передачи данных привели к росту пользователей и к объему хранимой и передаваемой информации.

Раньше наиболее популярными телекоммуникационными услугами были телефония и Интернет, сегодня перечень услуг расширяется постоянно. Провайдеры стремятся закрепиться среди конкурентов, предлагая более продвинутые услуги, а также повышают их качество и стараются снижать стоимость.

Строя новые фрагменты сети, провайдер ответственно подходит к выбору технологии, т.к. это позволит в дальнейшем экономить финансы на поддержание работоспособности.

Сегодня выбор технологии напрямую связан с необходимостью полностью удовлетворять потребности абонентов в телекоммуникационных услугах. В крупных городах скорость передачи в 100 Мбит/с уже не редкость, актуальность тарифов со скоростью в 200,300 и даже 500 Мбит/с постоянно растет. Учитывая, что ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» находится в Москве, будет целесообразно использовать технологии, которые позволят в перспективе организовать доступ со скоростью более 100 Мбит/с без значительных дополнительных вложений.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		3

«МОСФИЛЬМОВСКИЙ» [1] является жилым комплексом, в котором будет иметься вся необходимая для комфортного проживания инфраструктура от магазинов и аптек, до образовательных и спортивных учреждений.

Часть домов уже заселена, полностью сдать все объекты запланировано на 2018-2019года. Так как многие дома еще не введены в эксплуатацию, то и телекоммуникационной инфраструктуры еще нет. В перспективе жители заинтересованы, чтобы к моменту заселения она полностью функционировала.

Следовательно, проработать проект по реализации телекоммуникационной сети в ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» с целью предоставления жителям высокоскоростного доступа к современным мультисервисным услугам является актуальной. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Проанализировать имеющуюся проектную документацию жилого комплекса «МОСФИЛЬМОВСКИЙ».
2. Проанализировать доступные тарифные планы, предлагаемые конкурентами».
3. Сформулировать основные требования к мультисервисной телекоммуникационной сети.
4. Обосновать выбор технологии для построения мультисервисной телекоммуникационной сети.
5. Провести расчет абонентской нагрузки и количества необходимого сетевого оборудования.
6. Составить проект мультисервисной телекоммуникационной сети.
7. Составить смету затрат на реализацию проекта и рассчитать основные экономические показатели.
8. Привести требования по организации техники безопасности, охране труда и природоохранных мероприятий.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		4

1 АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЖИЛОГО КВАРТАЛА «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»

ЖК «Мосфильмовский» строится на западе Москвы, в уважаемом районе с давно сформировавшейся инфраструктурой высокого уровня. Рядом с комплексом проходит живописная излучина реки Раменки, где по завершении строительства появятся набережные, пешеходные и велосипедные дорожки.

Неподалеку от ЖК «Мосфильмовский» расположены легендарные Ботанический сад МГУ и Парк 50-летия Октября.

У жителей ЖК «Мосфильмовский» путь на автомобиле до центра Москвы займёт не более 15 минут. Ведь они могут выбирать любую из трёх магистралей – Кутузовский, Мичуринский или Ленинский проспекты.

Можно добраться до центра столицы и общественным транспортом – на автобусах, троллейбусах и маршрутных такси от станций метро «Университет», «Киевская», «Воробьёвы горы» и других. Вскоре рядом с жилым комплексом будет открыта новая станция метро «Раменки».

В любом фешенебельном жилом комплексе вы всегда найдёте высококлассную инфраструктуру. Не является исключением и ЖК «Мосфильмовский». На первом этаже здесь предусмотрены супермаркет, фитнес-центр, рестораны. Конечно, для каждого из этих объектов будет выбран достойный оператор, специализирующийся на сегменте Luxury.

В рамках проекта для жителей комплекса запланировано открытие школы и двух детских садов на 250 мест, здания которых уже находятся на высокой стадии строительной готовности.

В дизайне современных домов бизнес-класса значение имеет каждая деталь. Особое внимание уделяется использованию дорогих и качественных отделочных материалов, и передовых инженерных систем, что, безусловно, подчеркивает высокий статус объекта. В ЖК «Мосфильмовский» установлены лифты премиум-класса фирмы Otis с отделкой из стали, которые являются удачным дополнением к классическим интерьерам зданий. Эти лифты по праву

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

считаются лучшими в мире из-за своей безопасности, плавности хода и долговечности.

Входные группы ЖК «Мосфильмовский» станут своеобразной визитной карточкой комплекса. Их отделка выполняется по индивидуальному дизайн-проекту с применением роскошных и экологически чистых материалов. Общая площадь каждого из холлов составит около 200 м², в них спланированы ресепшен и лаунж-зоны. Также проектом предусмотрены помещения для встречи гостей, комнаты отдыха для обслуживающего персонала и технические помещения, где можно оставить на хранение коляски и велосипеды.

У ЖК «Мосфильмовский» собственная огороженная территория. Доступ сюда осуществляется по пропускной системе. Авторский дизайн-проект благоустройства предполагает разбивку цветников и аллей, установку малых архитектурных форм, креативную подсветку. Будут построены детские и спортивные площадки.

В ЖК «Мосфильмовский» первый этаж – нежилой; тут могут разместиться супермаркет, кафе, фитнес-центр. Проект также предусматривает строительство двух детских садов (250 мест) и школы. На прилегающей территории оборудуют детские площадки, пешеходные аллеи, подъездные пути к местам парковки. Газоны, цветники, малые архитектурные формы – все это здесь будет, в соответствии с индивидуальным проектом ландшафтного дизайна.

До улицы Мосфильмовской можно легко добраться от Третьего Транспортного кольца на собственном автомобиле. В перспективе транспортная доступность улучшится за счет расширения улицы и прокладки дороги в сторону МКАД. От новостройки в Раменках на общественном транспорте можно доехать до метро «Университет», «Воробьевы горы», «Киевская».

Местоположение ЖК «Мосфильмовский» более чем удачно: район Раменки в ЗАО – это и близость знаменитой киностудии, и находящиеся здесь посольства ряда иностранных государств, и река Сетунь, и Московский Гольф-клуб. Недалеко находится парк Воробьевы горы, заказник «Долина реки Раменки», Ботанический сад.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6

На рисунке 1.1 приведен план жилого комплекса «МОСФИЛЬМОВСКИЙ», с указанием основных объектов инфраструктуры.

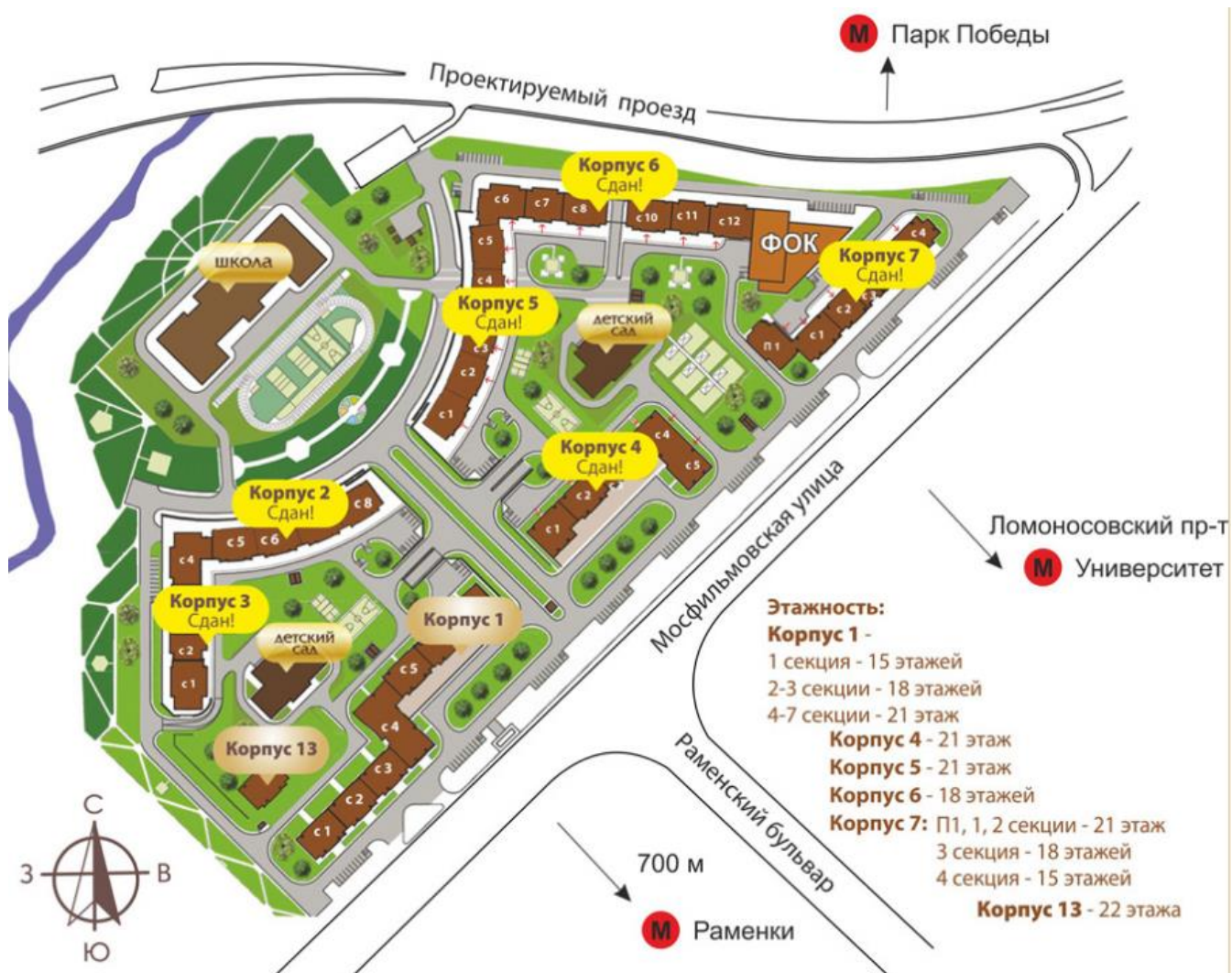


Рисунок 1.1 – План ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»

В таблице 1.1 приведена краткая характеристика жилых домов и других объектов инфраструктуры.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		7

Таблица 1.1 - Характеристика комплекса

Наименование объекта	Количество квартир	Количество нежилых помещений
Корпус 1	428	35
Корпус 2	240	8
Корпус 3	170	5
Корпус 4	304	25
Корпус 5	300	10
Корпус 6	306	9
Корпус 7	328	15
Корпус 8	Офисное здание	- (1)
Корпус 13	120	3
Детский сад -1	-	- (1)
Детский сад -2	-	- (1)
Школа	-	- (1)
ФОК	-	- (1)
Подземна стоянка		2376 мест
Всего	2196	110/5/2376

На расстоянии 4,5 км от ЖК находится московская городская телефонная сеть подразделение Филевский телефонный узел обслуживания АТС (Москва) по адресу г. Москва, Вернадского, 21 корп.3 (рисунок 1.2) [2].

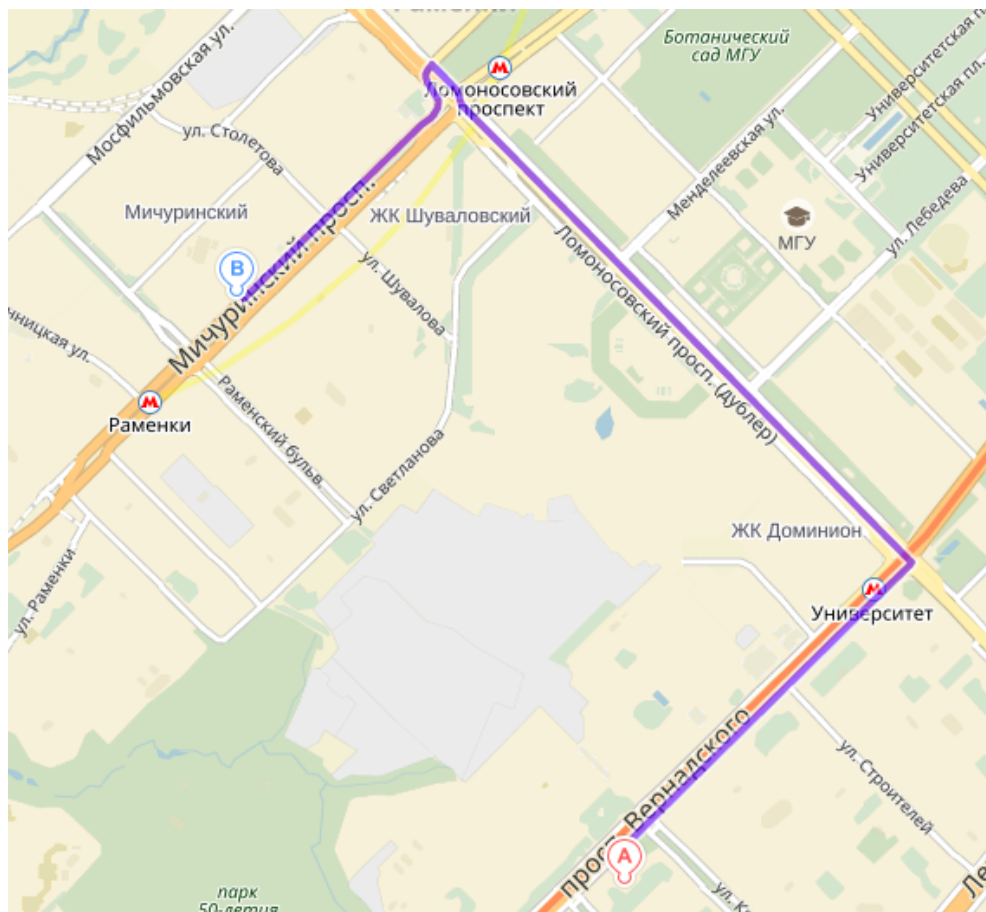


Рисунок 1.2 – Расстояние от ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» до ближайшей АТС

В зоне строительства ЖК имеются телекоммуникационные сети разных провайдеров. Для дальнейшего проектирования целесообразно провести анализ предложений конкурентов. Это позволит выяснить ориентировочную стоимость тарифного плана и технологии, на базе которых будет реализована мультисервисная телекоммуникационная сеть. В таблице 1.2 приведено описание тарифов на услуги Интернет, ТВ, и телефонию различных провайдеров [3-5].

Таблица 1.2 - Тарифные планы провайдеров

Название тарифа	Включенный трафик / количество каналов ТВ	Скорость соединения	Абонентская плата, руб.
СтарЛинк			
100	Не ограничено	до 100 Мбит/с	899
80	Не ограничено	до 80 Мбит/с	599
60	Не ограничено	до 60 Мбит/с	499
ОнЛайм			
ОнЛайм 100	Не ограничено	до 100 Мбит/с	500
ОнЛайм 60	Не ограничено	до 60 Мбит/с	400
ТВОЙ Стартовый (ТВ)	130 каналов		320
Телефония	Не ограничено		308
МГТС			
100	Не ограничено	до 100 Мбит/с	700
200	Не ограничено	до 200 Мбит/с	1200
500	Не ограничено	до 500 Мбит/с	1900
Базовый	129 каналов		244
Телефония	Не ограничено		499

Больше всего среди конкурентов распространена технология FTТВ. При комбинировании ее с технологией Gigabit Ethernet можно организовать доступ со скоростью до 1 Гбит/с. Другой технологией, которая позволяет превысить порог в 100 Мбит/с и которую используют провайдеры (например, МГТС) является PON. В настоящее время максимальный предел по скорости у PON технологии составляет 2,5 Гбит/с.

Необходимость выбора технологии со скоростью свыше 100 Мбит/с обусловлено необходимостью конкурировать с присутствующими провайдерами. Также стоит уделять особое внимание качеству работы сети, чтобы услуги предоставлялись без перебоев и с заявленной скоростью.

Тройку услуг: телефония, телевидение и доступ в сеть Интернет - можно считать традиционными для телекоммуникационного оператора. Важным

является необходимость расширять спектр услуг и предлагать те услуги, которые действительно заинтересуют пользователей. Внедрение таких дополнительных услуг обеспечит укрепление на рынке среди конкурентов и будет приносить дополнительную прибыль провайдеру.

Целесообразно предложить пользователям услуги связанные с обеспечением безопасности, например видеонаблюдение. По желанию пользователей могут быть установлены видеокамеры, которые будут вести наблюдение за дворовой территорией, за входом в дом, на территории паркинга, а также за самой квартирой и внутри нее. Доступ к камерам пользователь может получить на специальном портале и вести наблюдение из любого места , где есть доступ в Интернет.

Перечень телекоммуникационных услуг, которые будут предоставляться абонентам, будет включать следующие услуги:

1. Доступ к сети Интернет – с возможностью предоставлять доступ на скорости 1Гбит/с.
2. IPTV (это цифровое телевидение) и IPTV-HD (каналы с высоким качеством).
3. VoD – видео по запросу. Просмотр лицензионных фильмов и передач в любое время.
4. IP телефония – цифровая телефония по протоколу IP.
5. Видеонаблюдение (дворовая территория, подземный паркинг, подъезд).
6. Видеонаблюдение в квартире – установка камер в любом количестве в квартире или офисе на территории ЖК.
7. Беспроводная сеть на территории ЖК. Т.к. территория ЖК будет обустроена большой парковой территорией с прогулочными зонами, то целесообразно разместить там беспроводную сеть. Беспроводная сеть также будет действовать на территории подземного паркинга. Жители смогут пользоваться услугами, что сэкономит им затраты на мобильный интернет.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

В проекте принимается в расчет следующий процент проникновения услуг: Интернет -100%, IP-TV – 60% (Юридические лица 10%), VoD 25%, IP-телефония - 30% (Юридические лица 100%), Видеонаблюдение в домах и квартирах (65%), Видеонаблюдение за паркингом (55%), «Беспроводная сеть (БС)» (45%). Сведения о количестве абонентов, пользующихся перечисленными видами услуг, приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Планируемое распределение услуг по абонентам

Услуга Объект	Физ. Лица	Юр. Лица	Интернет	IP- TV	VoD	IP- телефония	ВН квартира	ВН Паркинг	БС
Корпус 1	428	35	463	260	64	163	278	235	193
Корпус 2	240	8	248	145	36	80	156	132	108
Корпус 3	170	5	175	103	26	56	111	94	77
Корпус 4	304	25	329	185	46	116	198	167	137
Корпус 5	300	10	310	181	45	100	195	165	135
Корпус 6	306	9	315	185	46	101	199	168	138
Корпус 7	328	15	343	198	49	113	213	180	148
Корпус 8			1	0	0	1	1	0	0
Корпус 13	120	3	123	72	18	39	78	66	54
Детский сад -1			1	0	0	1	1	0	0
Детский сад -2			1	0	0	1	1	0	0
Школа			1	0	0	1	1	0	0
ФОК			1	0	0	1	1	0	0
Стоянка		2376	1						
Итого:	2196	110	2311	1329	329	774	1432	1208	988

Анализ проектной документации и инфраструктуры ЖК «Мосфильмовский» позволяет сделать вывод о достаточно высокой перспективности строительства телекоммуникационной сети. Предложив жителям расширенный спектр услуг, будет создано условие для конкурирования с другими провайдерами, которые присутствуют на территории ЖК. Построение сети на базе передовых современных технологий, будет обеспечивать гарантированное высокое качество предлагаемых услуг и надежность сети. Далее во втором разделе будет проведен анализ современных технологий, которые используются для построения мультисервисных телекоммуникационных сетей.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		13

2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ

Весь спектр существующих технологий для построения мультисервисных телекоммуникационных сетей делятся на две крупные группы по способу подключения абонентов: проводные (xDSL, Ethernet, PON и др.) и беспроводные (Wi-Fi, Wi-Max, LTE др.). Вопрос выбора подхода будет зависеть от ряда факторов - инфраструктурных и экономических.

В таблице 2.1 приведено общее сравнение характеристик беспроводных и проводных сетей [6].

Таблица 2.1 - Сравнение характеристик беспроводных и проводных сетей

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПРОВОДНАЯ СЕТЬ	БЕСПРОВОДНАЯ СЕТЬ
Физическая среда передачи	Кабель	Радиоволны
Максимальное расстояние передачи	До 100 м (кабель на основе медной витой пары) До 500 м (коаксиальный кабель) До 100 км (оптический кабель)	До 100 м (внутри помещения) Более 100 м при использовании дополнительных усилителей.
Скорость передачи данных	От 10 Мбит/с (Ethernet) до 40 Гбит/с (40 GE)	До 54 Мбит/с (802.11a/g) До 108 Мбит/с (турборежим, 802.11a/g) от 150 до 600 Мбит/с (802.11n) до 6,77 Гбит/с (802.11ac)
Качество связи	Зависит от качества каналообразующего оборудования	Зависит от условий функционирования сети (наличие помех, препятствий и т. д.)
Соединительные устройства	Сетевые адаптеры, кабель	Сетевые адаптеры
Центральные сетевые узлы	Коммутаторы	Точки доступа
Скорость монтажа	Низкая	Высокая
Настройка сетевого оборудования	От простой до сложной	Простая
Настройка безопасности	Средней сложности или не требуется	От средней сложности до высокой.
Стоимость создания кабельной инфраструктуры	Высокая	Не учитывается
Стоимость каналообразующего оборудования	Умеренная	Умеренная
Стоимость эксплуатации	Средняя	От низкой до средней.
Подвижность	Низкая	Высокая

Популярность беспроводных сетей в первую очередь обусловлена возможностью получать доступ к услугам не подключая кабель к устройств. Это существенно повысило удобство пользователей. Однако, долгое время беспроводные технологии уступали проводным по скорости доступа. Также всегда имелись проблемы с уровнем сигнала, а именно с его снижением за счет сторонних помех и препятствий.

Еще одной проблемой глобализации беспроводных технологий является сертификация частотного диапазона и выделение ресурсов на его использование. Это не позволяет глобально разворачивать сеть по всей стране.

На сегодняшний день актуально использование технологий, которые предоставляют доступ к услугам на скорости около 1 Гбит/с.. Есть беспроводные технологии, которые способны на это, но они имеют достаточно маленький радиус действия и для соединения с коммутатором все равно придется прокладывать кабель.

2.1 Основы технологии Gigabit Ethernet [7-14]

Организация доступа к мультисервисным телекоммуникационным услугам на базе Ethernet сегодня является популярным решением. Технология давно зарекомендовала себя как надежное и недорогое решение для организации телекоммуникационных сетей. Уже давно имеется возможность организовать абонентам высокоскоростной доступ (до 1 Гбит/с) к мультисервисным услугам.

При разработке новой технологии естественно ожидать некоторых технических новинок, идущих в общем русле развития сетевых технологий, то важно отметить, что Gigabit Ethernet, так же как и его менее скоростные собратья, на уровне протокола не будет поддерживать:

- качество обслуживания;
- избыточные связи;

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		15

- тестирование работоспособности узлов и оборудования (в последнем случае - за исключением тестирования связи порт - порт, как это делается для Ethernet 10Base-T и 10Base-F и Fast Ethernet).

Основные виды стандартов приведены Gigabit Ethernet в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Разновидности стандартов технологии Gigabit Ethernet

Название	Среда	Расстояние
1000BASE-CX	Экранированный сбалансированный медный кабель	25 м
1000BASE-KX	Медная объединительная плата	1 м
1000BASE-SX	Многомодовое оптоволокно	220—550 м в зависимости от диаметра и пропускной способности кабеля
1000BASE-LX	Многомодовое оптоволокно	550 м
1000BASE-LX	Одномодовое оптоволокно	5 км
1000BASE-LX10	Одномодовое оптоволокно (1310 нм)	10 км
1000BASE-EX	Одномодовое оптоволокно (1310 нм)	~ 40 км
1000BASE-ZX	Одномодовое оптоволокно (1550 нм)	~ 70 км
1000BASE-BX10	Одномодовое оптоволокно (WDM : 1490 нм на приём, 1310 нм на передачу)	10 км
1000BASE-T	Витая пара (категории 5, 5е, 6, 7)	100 м
1000BASE-TX	Витая пара (категории 6, 7)	100 м

Главная идея разработчиков технологии Gigabit Ethernet состоит в том, что существует и будет существовать весьма много сетей, в которых высокая скорость магистрали и возможность назначения пакетам приоритетов в коммутаторах будут вполне достаточны для обеспечения качества транспортного обслуживания всех клиентов сети. И только в тех редких случаях, когда и магистраль достаточно загружена, и требования к качеству обслуживания очень жесткие, нужно применять технологию АТМ, которая действительно за счет высокой технической сложности дает гарантии качества обслуживания для всех основных видов трафика.

Общее в технологии Gigabit Ethernet с технологиями Ethernet и Fast Ethernet:

- Сохраняются все форматы кадров Ethernet.
- По-прежнему будут существовать полудуплексная версия протокола, поддерживающая метод доступа CSMA/CD, и полнодуплексная версия, работающая с коммутаторами. По поводу сохранения полудуплексной версии протокола сомнения были еще у разработчиков Fast Ethernet, так как сложно заставить работать алгоритм CSMA/CD на высоких скоростях. Однако метод доступа остался неизменным в технологии Fast Ethernet, и его решили оставить в новой технологии Gigabit Ethernet. Сохранение недорогого решения для разделяемых сред позволит применить Gigabit Ethernet в небольших рабочих группах, имеющих быстрые серверы и рабочие станции.
- Поддерживаются все основные виды кабелей, используемых в Ethernet и Fast Ethernet: волоконно-оптический, витая пара категории 5, коаксиал.

Разработчикам технологии Gigabit Ethernet для сохранения приведенных выше свойств пришлось внести изменения не только в физический уровень, как это было в случае Fast Ethernet, но и в уровень MAC.

В стандарте 802.3z определены следующие типы физической среды:

- одномодовый волоконно-оптический кабель;
- многомодовый волоконно-оптический кабель 62,5/125;
- многомодовый волоконно-оптический кабель 50/125;
- двойной коаксиал с волновым сопротивлением 75 Ом.

Пример построения сети на базе Ethernet приведен на рисунке 2.1.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		17

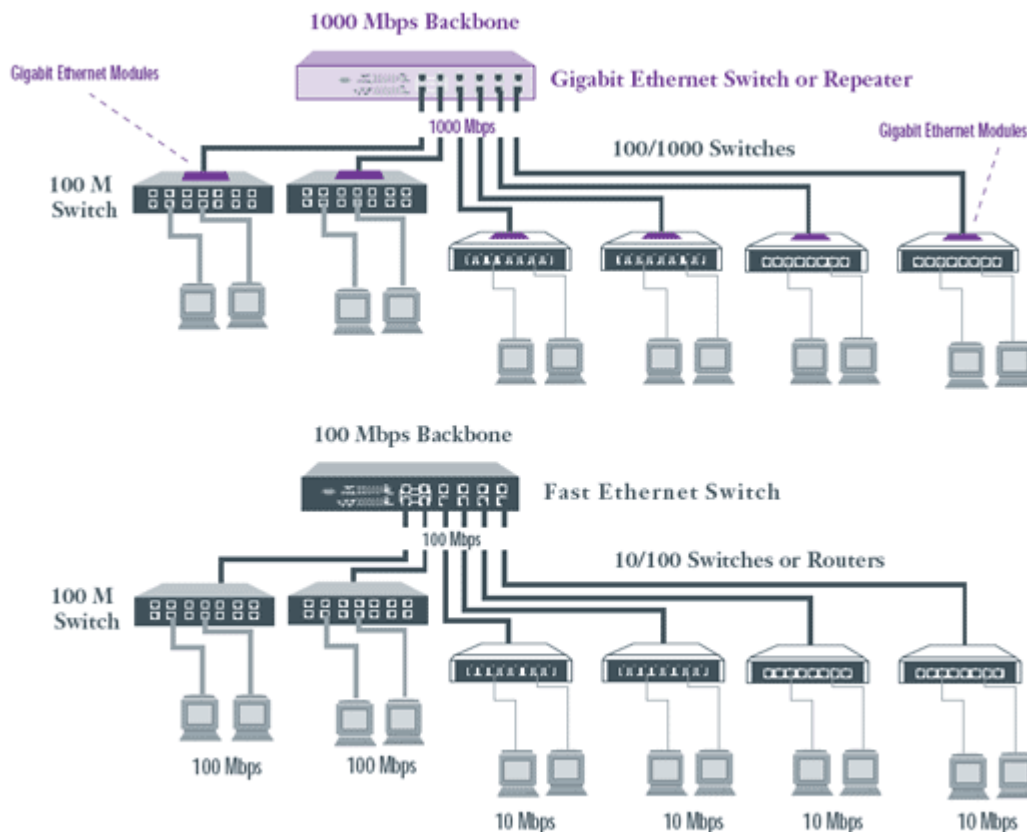


Рисунок 2.1 – Пример построения сети на основе Ethernet

Преимуществом технологии считается простота развертывания сети и низкая стоимость оборудования как сетевого, так и абонентского. Поэтому эта технология популярна и по сей день.

2.2 Основы технологии PON [15-26]

Другим серьезным конкурентом являются полностью оптические сети PON. Основные элементы PON-сети это:

- OLT (Optical Line Terminal) - для агрегации потоков оптических сетей (деревьев);
- Распределительная оптическая сеть ODN (Optical Distribution Network), состоящей из:
 - Магистрального оптического фидера (волокна);

- Сплиттеров, разветвляющих оптический сигнал на ветви оптического дерева;
- Распределяющих оптических волокон (ветвей) дерева PON-сети;
- Оконечных отводных абонентских кабелей (Drop-окончаний), которые в зависимости от типа оконечного абонентского устройства и количества каскадов сплиттеров на сети могут быть оптическим волокном, кабелями Ethernet, xDSL, E1;
- Оконечных абонентских устройств ONU (Optical Network Unit) или ONT (Optical Network Terminal), которые в зависимости от их типа могут устанавливаться в распределительном шкафу, в здании, в помещении абонента и предоставляют конечным абонентам различные порты доступа в зависимости от типа и модели устройства: Ethernet, иногда VDSL – основной вид порта, дополнительно - кабельного телевидения, подключения телефона, E1;
- Системы управления сетью AMS (Access Management System), которая служит для управления и мониторинга оборудованием PON.

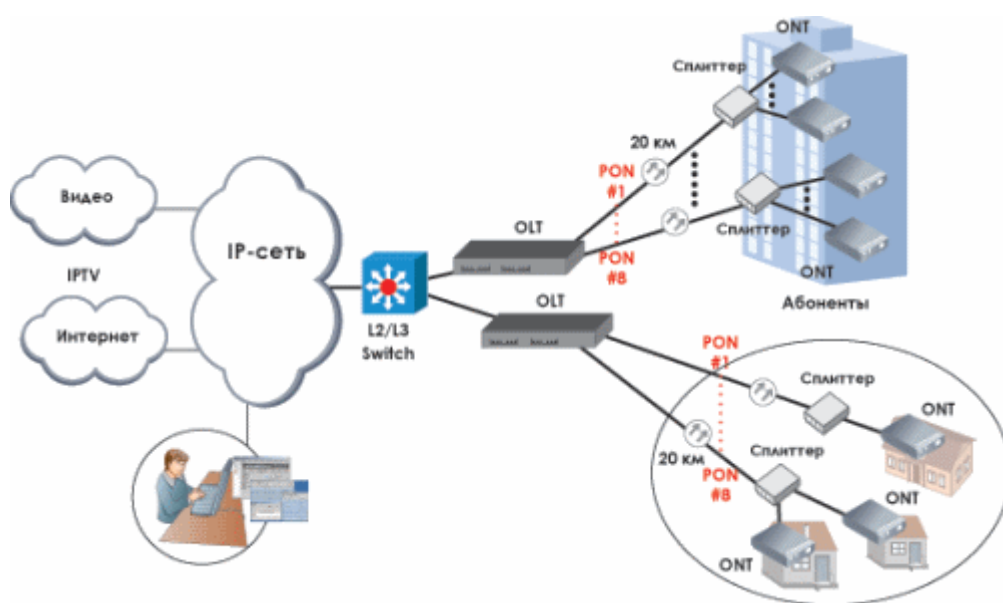


Рисунок 2.2 – Пример построения сети на основе PON

Для предоставления услуг связи абоненту используется технология WDM (Wavelength Division Multiplexing), когда сигналы к абоненту и от абонента передаются на разных длинах волн (1490нм и 1310нм

Оборудование стандарта GPON имеет в двое большую полосу пропускания канала связи в направлении к абоненту по сравнению с GPON и больше приспособлено для передачи TDM-трафика (имеет порты E1).

Однако бывают случаи, когда:

- Часть абонентов не осуществляет в текущий момент прием/передачу информации или отключены (не пользуются услугами связи), в результате имеется «простой» полосы канала связи;
- Различным абонентам требуется различная полоса пропускания канала связи;
- Некоторым абонентам временно требуется повышенная полоса пропускания канала связи.

В зависимости от места размещения оборудования ONU/ONT по отношению к непосредственному жилищу абонента различают различные технологии FTTx построения PON-сетей. Для технологий FTTB, FTTCab, FTTH (в случае установки ONU/ONT в подъезде) возможно использование многопортовых ONU/ONT. При построении PON-сетей необходимо также учитывать различие в параметрах в зависимости от типа используемой технологии передачи информации (GPON или GPON), представленных в таблице 2.3:

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		21

Таблица 2.3 Сравнение параметров PON технологий.

Характеристики	APON/BPON	EPON/GEAPON	10GEAPON	GPON
Стандарт	(TU-T G.9&3.X	IEEE 602.3ah	IEEE 802.3av	ITU-T G.984.X
Скорость передачи,	155/155; 622.-155;	1000/1000	10/10;	1244/155,622,
Прямой/обратный поток	622/622 Мбит/с	Мбит/с	10/1 Гбит/с	1244; 2460/622. 1244, 2468 Мбит/с
Базовый протокол	ATM	Ethernet	Ethernet	SDH
Линейный код	NRZ	8B/10B	64-'66B	NRZ
Радиус сети, км	20	20/30	10	20
Число абонентских узлов на одно ОБ	32	16	16	64 (128)
Коррекция ошибок FEC	Есть	Нет	Есть	Необходима
Длины волн	1550/1310;	1550/1310;	1550/1310;	1550-1310;
Прямого/обратного потоков, нм	1490/1310	1490/1310	1490/1310	1490-1310

В сетях PON преимущественно используют одномодовые волокна, обеспечивающие передачу сигналов на большие расстояния. Классификация одномодовых волокон задается рекомендациями серии G.65x МСЭ-Т. Кроме того, характеристики таких волокон специфицированы в документе ISO/IEC 11801 (классы OS1 и OS2).

Несмотря на всю привлекательность PON основным ее недостатком является финансовая сторона, а именно высокие затраты на прокладку оптических линий и дорогое абонентское оборудование.

2.3 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи

Проведя анализ современных технологий построения скоростных мультисервисных сетей, можно сделать вывод о перспективности использования технологии GPON. Это обусловлено в первую очередь возможностью предоставления абоненту канала со скоростью до 2,5 Гбит/с, что позволит

конкурировать с большинством провайдеров и не тратить дополнительные средства на модернизацию в ближайшие несколько лет.

Применение PON полностью удовлетворить сформулированные требования к сети, такие как обеспечение надежности, качества и высокой скорости передачи данных.

На построение сети потребуются большие затраты нежели на технологию GE, однако часть затрат может быть переложена на абонента – такая часть как аренда клиентского оборудования.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		23

3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети

Под абонентом подразумевается не конкретный человек, а одно абонентское устройство, в случае многоквартирного жилого дома – одна квартира это один абонент. Расчет требуемой нагрузки и пропускной способности сети осуществляется с учетом скорости доступа и процента пользователей, которые пользуются предоставленными услугами в час наибольшей нагрузки. Значения основных параметров для расчета приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
2. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	2306
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке; %	<i>OHD</i>	10
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке; %	<i>OHU</i>	15
5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; % - одновременно принимающих или передающих данные; % - одновременно пользующихся услугами IP-TV; %	<i>DAAF</i> <i>DPAF</i> <i>IPVS AF</i>	80 60 60

Продолжение таблицы 3.1

<p>6. Услуга передачи данных:</p> <p>6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту:</p> <p>- средняя пропускная способность; Мбит/с</p> <p>- пиковая пропускная способность; Мбит/с</p> <p>6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:</p> <p>- средняя пропускная способность; Мбит/с</p> <p>- пиковая пропускная способность Мбит/с</p>	<p><i>ADBS</i></p> <p><i>PDBS</i></p> <p><i>AUBS</i></p> <p><i>PUBS</i></p>	<p>100</p> <p>500</p> <p>40</p> <p>100</p>
<p>7. Услуга IP-TV/ IP-TV HD:</p> <p>- проникновение услуги; %</p> <p>- количество сессий на абонента;</p> <p>- режим Unicast; %</p> <p>- режим Multicast; %</p> <p>- потоки Multicast; %</p> <p>- количество доступных каналов в рамках пакета;</p> <p>- скорость видеопотока; Мбит/с</p> <p>- запас на вариацию битовой скорости</p>	<p><i>IPVS MP</i></p> <p><i>IPVS SH</i></p> <p><i>IPVS UU</i></p> <p><i>IPVS MUM</i></p> <p><i>IPVS MU</i></p> <p><i>IPVS MA</i></p> <p><i>VSB</i></p> <p><i>SVBR</i></p>	<p>60/25</p> <p>1,3/1,3</p> <p>30/30</p> <p>70/70</p> <p>70/70</p> <p>120/50</p> <p>6 /15</p> <p>0,2/0,2</p>

Сперва, необходимо определить объем сетевого оборудования, который потребуется на такое количество абонентов. Как было отмечено выше, абонентское оборудование на каждый порт OLT подключается через сплиттер. Таким образом, чтобы определить количество портов OLT необходимо выбрать какого типа сплиттеры будут использованы: 1/32, 1/64 1/128. Необходимо определиться с понятием сетевого узла.

Проведем расчет количества портов в OLT при использовании сплиттеров 1/32 и 1/64:

$$N_{ком} = [N_{аб} / 32] \quad (3.1)$$

где [] – округление в большую сторону до целого числа.

Результаты расчетов количества оборудования приведены в таблице 3.2, в скобках указано количество портов коммутатора.

Таблица 3.2 – Планируемое количество оборудование доступа

Наименование объекта	Количество квартир	Количество нежилых помещений	Количество портов в OLT (1/32)	Количество портов в OLT (1/64)
Корпус 1	428	35	15	8
Корпус 2	240	8	8	4
Корпус 3	170	5	6	3
Корпус 4	304	25	11	6
Корпус 5	300	10	10	5
Корпус 6	306	9	10	5
Корпус 7	328	15	11	6
Корпус 13	120	3	4	2
Подземна стоянка		2376 мест		
Всего	2196	110/2376	75	39

Как видно из расчетов максимальное количество портов при 1/32 сплиттерах это 15, а при 1/64 – 8. При выборе оборудования стоит уделять внимание либо модульным OLT с расширяемыми платами, либо небольшим с количеством портов 4-8. Это позволит максимально экономно распределить порты и не оставлять незадействованных. Все объекты инфраструктуры будут включаться в свободные порты OLT, либо аналогично с обычным клиентом – модем через сплиттер.

Расчет нагрузки будет произведен при условии подключения на 1 порт до 32 абонентов и использовании оборудования с 4 портами SFP. В случае выбора другого сплиттера или увеличения количества портов, полученные значения нагрузки могут быть пропорционально увеличены.

3.2 Расчет трафика телефонии

Уровень спроса на услугу IP-телефонии предполагается на уровне 30%, для удобства расчетов будем полагать, что пользователи равномерно распределены по всем коммутаторам:

$$N_{\text{SIP}} = [128 * 0,30] = 39, \text{ абонентов} \quad (3.2)$$

Полоса пропускания на передачу голосовых данных, зависит от типа используемого кодека, для телефонии будет использоваться кодек G.729A:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{зв.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.3)$$

где $t_{\text{зв.голоса}}$ - время звучания голоса, мс,

$v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала, Кбит/с.

Кодек G.729A определяет скорость кодирования в 8кбит/с, время звучания 20 мс.

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{20 \cdot 8}{8} = 20 \text{ байт}.$$

Длина пакета может быть вычислена следующим образом:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RPT}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (3.4)$$

где $L_{\text{EthL1}}, L_{\text{EthL2}}, L_{\text{IP}}, L_{\text{UDP}}, L_{\text{RPT}}$ - длина заголовка Ethernet L1, Ethernet L2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

$Y_{\text{полезн}}$ - полезная нагрузка голосового пакета, байт.

$$V_{\text{пакета}} = 20 + 18 + 20 + 8 + 12 = 78, \text{ байт}.$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		27

G.729A может передавать через шлюз до 50 пакетов за секунду, в результате получим общую полосу пропускания:

$$ППр_1 = V_{пакета} \cdot \frac{8 \text{ байт}}{\text{байт}} \cdot 50_{pps}, \text{Кбайт/с}, \quad (3.5)$$

где $V_{пакета}$ – размер голосового пакета, байт.

$$ППр_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 31,2 \text{Кбайт/с}.$$

Пропускная способность для передачи голоса по IP-телефонии на одном СУ равна:

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{Мбит/с}, \quad (3.6)$$

где $ППр_1$ – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,

N_{SIP} – количество абонентов с услугой IP-телефонии,

VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 39 \cdot 0,7 = 852 \text{Кбайт/с}.$$

3.3 Расчет трафика IP-TV

При расчете требуемой полосы пропускания для услуги IP-TV будет одновременно проводится расчет полосы для организации вещания программ с качеством HD. Определим количество абонентов, пользующихся услугой на одном СУ одновременно:

$$IPVS \text{ Users} = AVS * IPVS \text{ AF} * IPVS \text{ SH}, \text{ аб} \quad (3.7)$$

где AVS – количество абонентов на СУ, подключенных к услуге,

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		28

IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,

IPVS SH – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$IPVS\ Users = [128 * 0,6] * 0,6 * 1,3 = 61, аб$$

$$IPVS\ Users\ HD [128 * 0,25 * 0,6] * 0,6 * 1,3 = 15, аб$$

Трансляция может проводиться в двух режимах: multicast и unicast. Например, услуга видео по запросу это один видеопоток, таким образом, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов принимающих эти потоки.

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{потоков} \quad (3.8)$$

где IPVS UU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

UUS = 1 – количество абонентов на один видеопоток.

$$IPVS\ US = 61 * 0,3 * 1 = 19, \text{потоков}$$

$$IPVS\ US\ HD = 15 * 0,3 * 1 = 5 \text{потоков}$$

Multicast принимается несколькими абонентами одновременно, следовательно, количество потоков равно:

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{потоков} \quad (3.9)$$

где IPVS MU – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$IPVS\ MS = 61 * 0,7 = 43, \text{потока}$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		29

$$IPVS MS HD = 15 * 0.7 = 11, \text{ потоков}$$

Количество доступных multicast потоков зависит от количества предоставляемых программ. В IP TV внутри некоторого сегмента сети одновременно транслируются не все потоки.

Максимальное количество видеопотоков среди доступных и используемых абонентами по multicast вещанию:

$$IPVS MSM = IPVS MA * IPVS MUM, \text{ видеопотоков} \quad (3.10)$$

где $IPVS MA$ – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVS MUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS MSM = 120 * 0.7 = 84, \text{ видеопотока}$$

$$IPVS MSM HD = 50 * 0.7 = 35, \text{ видеопотоков}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого со спутника, определена 6 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.11)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с,

$SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости,

OHD - отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке

$$IPVSB = 6 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 7.92 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVSB = 15 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 19.8 \text{ Мбит/с}$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		30

Пропускная способность, требуемая для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах multicast и unicast, рассчитывается как:

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

где $IPVS\ MS$ – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

$IPVS\ US$ – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$IPVS\ B$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 43 * 7.92 = 341 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVS\ UNB = 19 * 7.92 = 151 \text{ Мбит/с}.$$

$$IPVS\ MNB\ HD = 11 * 19.8 = 218 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVS\ UNB\ HD = 5 * 19.8 = 99 \text{ Мбит/с}.$$

Multicast потоки передаются от головной станции к множеству пользователей, в результате общая скорость для передачи максимального числа multicast потоков в ЧНН составит:

$$IPVS\ MNB_{\max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

где $IPVS\ MSM$ – число используемых видеопотоков среди доступных,

$IPVS\ B$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB_{\max} = 84 * 7.92 = 665,28 \text{ Мбит/с}.$$

$$IPVS\ MNB_{\max}\ HD = 35 * 19.8 = 693 \text{ Мбит/с}$$

В результате получим общую пропускную способность для одного сетевого узла при предоставлении услуги IP-TV:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.15)$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		31

где $IPVSMNB$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока,

$IPVSUNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 341 + 151 = 492 \text{ Мбит/с.}$$

$$AB_{HD} = 218 + 99 = 317 \text{ Мбит/с.}$$

3.4 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет

При расчете пропускной полосы для доступа в сеть Интернет следует учесть, что количество активных абонентов в ЧНН может быть различным. Максимальное число активных абонентов за этот промежуток времени вычисляется параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.16)$$

где TS – число абонентов на одном сетевом узле, аб,

$DAAF$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 128 * 0.8 = 103, \text{ аб}$$

Каждому абоненту выделено два канала: прием данных downstream и передачи данных upstream, причем обычно канал upstream меньше downstream. Чтобы определить среднюю пропускную способность сети, необходимую для нормальной работы пользователей, воспользуемся следующим соотношением:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.17)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

$ADBS$ – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		32

OHD – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (103 * 100) * (1 + 0.1) = 11330 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.18)$$

где *AS* - количество активных абонентов, аб,

AUBS – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке.

$$BUDA = (103 * 40) * (1 + 0.15) = 4738 \text{ Мбит/с.}$$

Пропускная способность сети, когда абонент может передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН определяется с помощью коэффициента Data Peak Activity Factor (DPAF):

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (3.19)$$

где *DPAF* – процент абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течение короткого интервала времени.

$$PS = 103 * 0.6 = 62$$

Мах пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.20)$$

где *PDBS* – мах скорость приема данных, Мбит/с.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		33

$$BDDP = (62 * 500) * (1 + 0.1) = 34100 \text{ Мбит/с.}$$

Мах пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + ОНУ), \text{ Мбит/с} \quad (3.21)$$

где *PUBS* – мах скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (62 * 100) * (1 + 0.15) = 7130 \text{ Мбит/с.}$$

Для проектирования сети необходимо использовать максимальное значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.22)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.23)$$

где *BDD* – пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

BDU – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BDD = \text{Max}[11330; 34100] = 34100 \text{ Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max}[4738; 7130] = 7130 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность одного сетевого узла, которую необходимо организовать для приема и передачи данных составит:

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.24)$$

где *BDD* – мах пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

BDU – мах пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BD = 34100 + 7130 = 41230 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		34

Для предоставления абонентам всех перечисленных услуг, на каждом сетевом узле должна быть обеспечена пропускная способность:

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + \text{AB} + \text{BD} \quad (3.25)$$

где ПП_{pWAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 41230 + 492 + 317 + 0,852 = 42040 \text{ Мбит/с.}$$

Далее необходимо рассчитать затраты на организацию беспроводных сетей и видеонаблюдения на территории паркинга и ЖК. Для записи камеры в режиме высокого качества потребуются канал в 2 Мбит/с. Согласно документации, общее количество машиномест 2376, примем в расчет, что одна камера веден наблюдение за 4 машиноместами, таким образом, общее количество камер будет:

$$N_{\text{cam}} = N_{\text{mm}} / 4 \quad (3.26)$$

$$N_{\text{cam}} = 2376 / 4 = 594$$

Суммарные затраты на канал передачи данных:

$$C_{\text{cam}} = 594 * 2 = 1188 \text{ Мбит / с}$$

Количество коммутаторов для обслуживания всех камер равно:

$$N_{\text{cam}} = 594 / 24 = 25$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		35

В целях экономии затрат на оборудовании целесообразно организовать беспроводную сеть внутри паркинга для подключения камер, это существенно снизит затраты на покупку оборудования и монтажа кабельных систем.

Дополнительно для клиентов доступна услуга беспроводного доступа в Интернет по территории ЖК и подземного паркинга. Эта услуга предполагает скорость доступа не более 10 Мбит/с на абонента и направлена на экономию для абонентов трафика мобильного интернета. Доступ к этой услуги осуществляется по паре логин/пароль, которые выдаются клиентам при покупке услуг.

Далее необходимо провести расчет количества устройств для организации беспроводной сети на территории всего комплекса. Выбрав оборудовании необходимо рассчитать радиус зоны покрытия, основываясь на технических характеристиках устройства. Для организации беспроводной сети выбрана точка доступа Eltex WOP-12ac-LR [27].

Необходимо рассчитать возможную дальность работы точки, для этого воспользуемся формулой, используемой для описания эмпирической модели распространения радиоволн Okumura – Hata. Модель представляет собой обобщением опытных фактов и в ней учтены различные условия и виды сред. Итак, предлагается следующее выражение для определения среднего затухания радиосигнала в условия города:

$$L_r = 69,5 + 26,16 \lg f_c - 13,82 \lg h_t - A(h_r) + (44,9 - 6,55 \lg h_t) \lg d \quad (3.27)$$

где f_c – частота в рабочем диапазоне точки, МГц;

h_t – высота передающей антенны в диапазоне;

h_r – высота принимающей антенны (антенны мобильного устройства) от 1 до 10 метров;

d – радиус зоны покрытия от 1 до 20 км;

$A(h_r)$ – поправочный коэффициент для высоты антенны, в зависимости от местности.

Параметры для расчетов (параметры будут указаны как для размещения на

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		36

территории подземного паркинга и на территории ЖК):

- $f_{c1} = 2400$ МГц; $f_{c2} = 5000$ МГц.
- $h_t = 8$ метров; $h_r = 4$ метра;
- $h_r = 1,5$ метра.

Поправочный коэффициент $A(h_r)$ вычисляется по формуле:

$$A(h_r) = (1,1\lg f_c - 0,7)h_r - (1,56\lg f_c - 0,8), \quad (3.28)$$

$$A(h_r)_1 = (1,1\lg 5000 - 0,7)1,5 - (1,56\lg 5000 - 0,8) = 0,139$$

$$A(h_r)_2 = (1,1\lg 2400 - 0,7)1,5 - (1,56\lg 2400 - 0,8) = 0,105$$

Радиус зоны покрытия определяется как отношение между выходной мощностью передатчика P (дБм), запасом по замираниям S (дБ) и требуемым уровнем сигнала на входе приемника Q (дБ):

$$P - L - S = Q \quad (3.29)$$

Параметры в выражении (3.37) задаются в соответствии с техническими характеристиками выбранного оборудования, а именно:

2,4 ГГц: $P = 19$ дБм, $Q = -98$.

5 ГГц: $P = 19$ дБм, $Q = -96$.

Определим радиус зоны покрытия:

$$19 - (69,5 + 26,16\lg 5000 - 13,82 \lg 8 - 0,139 + (44,9 - 6,55 \lg 8)\lg d) = -96$$

$$\lg d = \frac{19 - 69,5 - 26,16 \lg 5000 + 13,82 \lg 8 + 0,139 + 98}{44,9 - 6,55 * \lg 8}$$

$$d_1 = 102 \text{ м}$$

$$19 - (69,5 + 26,16\lg 2400 - 13,82 \lg 8 - 0,105 + (44,9 - 6,55 \lg 8)\lg d) = -98$$

$$\lg d = \frac{19 - 69,5 - 26,16 \lg 2400 + 13,82 \lg 8 + 0,105 + 98}{44,9 - 6,55 * \lg 8}$$

$$d_2 = 187 \text{ м}$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		37

Для высоты 4 метра:

$$19 - (69,5 + 26,16 \lg 2400 - 13,82 \lg 4 - 0,139 + (44,9 - 6,55 \lg 4) \lg d) = -98$$

$$\lg d = \frac{19 - 69,5 - 26,16 \lg 2400 + 13,82 \lg 4 + 0,139 + 98}{44,9 - 6,55 * \lg 4}$$

$$d_1 = 160 \text{ м}$$

$$19 - (69,5 + 26,16 \lg 5000 - 13,82 \lg 4 - 0,105 + (44,9 - 6,55 \lg 4) \lg d) = -96$$

$$\lg d = \frac{19 - 69,5 - 26,16 \lg 5000 + 13,82 \lg 4 + 0,105 + 96}{44,9 - 6,55 * \lg 4}$$

$$d_2 = 90 \text{ м}$$

При установке точек радиодоступа, следует ориентироваться на минимальный радиус действия, иначе в случае переключения на другой диапазон будут образовываться слепые зоны.

Площадь покрытия одного устройства составит:

$$S_{\text{Wi-Fi}2,4/8} = \pi r^2 = 3,14 * 0,187^2 = 0,109 \text{ км}^2 \quad (3.30)$$

$$S_{\text{Wi-Fi}5/8} = \pi r^2 = 3,14 * 0,102^2 = 0,032 \text{ км}^2$$

$$S_{\text{Wi-Fi}2,4*4} = \pi r^2 = 3,14 * 0,160^2 = 0,08 \text{ км}^2$$

$$S_{\text{Wi-Fi}5/4} = \pi r^2 = 3,14 * 0,09^2 = 0,025 \text{ км}^2$$

Количество устройств, которое потребуется для покрытия всей территории составит:

$$N = [S_{\text{района}} / S_{\text{Wi-Fi}}] \quad (3.31)$$

В первую очередь определим количество точек доступа, которое потребуется для паркинга. Площадь первого паркинга составляет 30800 м², а второго 57000 м², паркинги имеют этажность в 3 уровня.

Зона действия беспроводной сети представляет собой прямоугольник со сторонами 540 на 290 метров. Вычислим площадь зоны покрытия беспроводной связью:

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		38

$$S_{\text{двор}} = 0.290 * 0.540 = 0,1566 \text{ км}^2$$

Для расчета количества устройств, выберем наименьшие значения рассчитанных площадей:

$$N_{\text{улица}} = [0,1566 / 0,032] = 5$$

$$N_{\text{паркинз1}} = [0,0308 / 0,025] = 2$$

$$N_{\text{паркинз2}} = [0,057 / 0,025] = 3$$

С учетом того, что паркинг имеет нестандартную форму, количество точек доступа может быть увеличено. На территории двора точки доступа будут размещаться либо на опорах, либо на фасаде дома. На рисунке 3.1 приведен план размещения Wi-Fi точек доступа на территории комплекса.



Рисунок 3.1 – Зона покрытия беспроводной сети на территории ЖК

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

Как видно из рисунка 3.1, на территории всех объектов, которые относятся к жилому комплексу, будет организован беспроводной доступ в сеть Интернет. Доступ в сеть могут получить только те пользователи, которые подключены к провайдеру. Это исключит лишнюю нагрузку на сеть.

На рисунках 3.2 и 3.3 показано размещение точек доступа для организации беспроводной сети для наблюдения за парковочными местами в подземном паркинге.

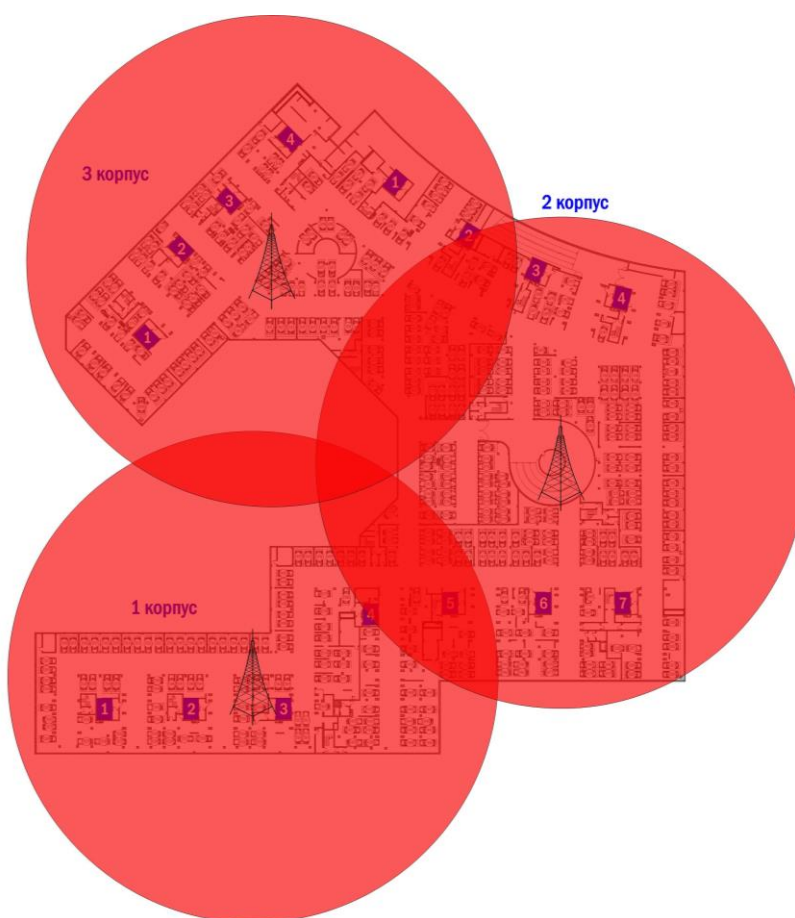


Рисунок 3.2 – Зона покрытия беспроводной сети на территории подземного паркинга

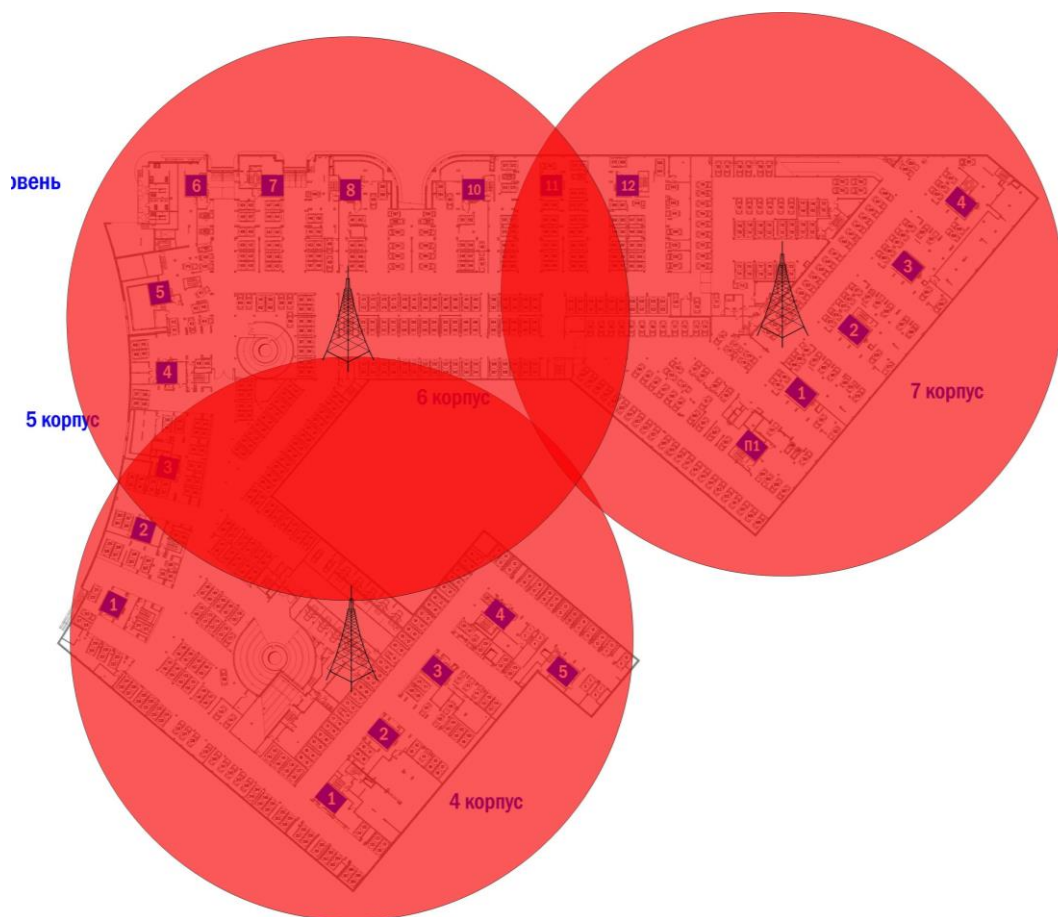


Рисунок 3.3 – Зона покрытия беспроводной сети на территории подземного паркинга

Доступ к системе видеонаблюдения в паркинге также предоставляется только абонентам сети. Жители могут удаленно наблюдать за парковкой, в том числе и за наличием свободных мест. Организация видеонаблюдения на базе беспроводной сети позволит сэкономить затраты на прокладку кабеля.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		41

4. ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»

4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ»

Сеть в ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» будет строиться по GPON технологии, таким образом, до абонентского оборудования будет прокладываться волоконно-оптический кабель.

Согласно проведенным расчетам, необходимо выбрать оборудование с общим количеством портов 75. Для удобства монтажа и обслуживания, целесообразно в каждом доме разместить отдельностоящий OLT, всего потребуется 8 OLT (при количестве портов SFP+ 16). Каждый OLT должен иметь 4 uplink порта по 10G каждый.

Другим решение может стать использование небольших компактных OLT, это актуально по причине того, что жилые дома являются многосекционными. Это позволит сократить абонентскую линию от сплиттера до клиентского устройства. Если использовать OLT с 4 портами, то необходимо будет наличие всего 2 10G портов uplink. В таблице 4.1 приведен расчет количества OLT, которое потребует для подключения всех абонентов.

Таблица 4.1 – Расчет количества OLT

Наименование объекта	Количество квартир	Количество нежилых помещений	Количество портов в OLT	Количество OLT
Корпус 1	428	35	15	4
Корпус 2	240	8	8	2
Корпус 3	170	5	6	2
Корпус 4	304	25	11	3
Корпус 5	300	10	10	3

Продолжение таблицы 4.1

Корпус 6	306	9	10	3
Корпус 7	328	15	11	3
Корпус 13	120	3	4	1
Подземна стоянка		2376 мест		
Всего	2196	110/2376	75	21

Для организации подключения всех абонентов потребуется 21 устройство, количество портов агрегатора должно быть 42. Таким образом, достаточно будет приобрести 2 устройства по 24 порта. При закупке оборудования следует отдавать предпочтение тому производителю, который имеет необходимые разрешающие документы и сертификаты для работы на территории РФ.

Рынок телекоммуникационного оборудования представлен большим количеством компаний, которые предлагают широкий ассортимент профессионального и качественного оборудования (Cisco Systems, Huawei, Zyxel, АЛСиТЕК, QTECH, D-Link, ЗСОМ и др. Подробно ознакомиться с продукцией этих компаний можно на электронных ресурсах этих компаний.

В качестве оборудования для реализации мультисервисной сети выбрано оборудование марки Eltex в частности:

OLT. LTP-4X | LTP-4X rev. C [28] - стационарный терминал OLT с 4 GPON портами, каждый из которых поддерживает до 128 абонентских терминалов ONT. Каждый порт GPON OLT LTP-4X обеспечивает скорость downlink потока 2.5 Gbps, скорость uplink потока — 1.25 Gbps. Для подключения к вышестоящему коммутационному оборудованию в LTP-4X предусмотрены 2 x 10GE порта, а также 4 combo порта 10/100/1000 Base-T/1000 Base-X (SFP).

Стационарное оборудование (OLT) предназначено для организации широкополосного доступа по пассивным оптическим сетям (PON). Интерфейсы GPON служат для подключения оптической распределительной сети (PON). К каждому интерфейсу можно подключить до 128 абонентских оптических терминалов по одному волокну. Выход в транспортную сеть оператора

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

реализуется посредством 10 Gigabit или комбинированных Gigabit uplink интерфейсов.

Агрегация. Eltex MES5324 [29] - высокопроизводительный коммутатор, оснащенный интерфейсами 10GBASE-X, 40GBASE-X и предназначенный для использования в операторских сетях в качестве устройства агрегации.

Порты MES5324 поддерживают работу на скоростях 10 Гбит/с (SFP+), 40 Гбит/с (QSFP) или 1 Гбит/с (SFP), что обеспечивает гибкость в использовании и возможность постепенного перехода на более высокие скорости передачи данных. Неблокируемая коммутационная матрица позволяет осуществлять корректную обработку пакетов при максимальных нагрузках, сохраняя при этом минимальные и предсказуемые задержки на всех типах трафика.

Дублированные вентиляторы и источники питания постоянного или переменного тока в сочетании с развитой системой мониторинга аппаратной части устройства позволяют получить высокие показатели надежности. MES5324 имеет возможность горячей замены модулей питания и вентиляционных модулей, обеспечивая бесперебойность функционирования сети оператора.

Маршрутизатор. В качестве маршрутизатора выбран Juniper ACX5096-L2-L3 [30]. Как единственный маршрутизатор Carrier Ethernet позволяет внедрять виртуальные функции непосредственно в сетевую структуру, новый Juniper ACX5000 агрегирует различные сети от мелких до коммерческих широкополосных сетей. Поскольку access порты трансформировались и стали доступны с 1GE до 10GE, эта платформа обеспечивает идеальную защиту инвестиций, позволяя легко и экономно обновлять программное обеспечение. С лидирующей на рынке плотностью 10G и 40G, ACX5000 является экономичной, высокопроизводительной платформой, которая предоставляет провайдерам наиболее эффективное и управляемое решение значительно снижая эксплуатационные расходы.

Juniper ACX5000 также поддерживает Kernel Virtual Machine, KVM-совместимая функция NFV для быстрого создания продвинутых сервисов, таких

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		44

как сетевая аналитика, сервисы безопасности и абонентские виртуальные сетевые сервисы.

Оборудование для IP телефонии. Для реализации услуги IP телефонии будет закуплена IP АТС на базе AsteriskNOW 500. Все компоненты AsteriskNOW с открытым исходным кодом, и не требуют лицензирования или покупки. AsteriskNOW подходит для системных интеграторов, студентов, разработчиков, хакеров и многих других людей которые хотят создать свою систему связи на базе Asterisk [31].

Системы биллинга и аутентификации. Биллинговые системы осуществляют подсчет использованных услуг и их стоимость, а также формирует счет-отчет, который выставляется абоненту. Аутентификация подразумевает установление подлинности абонента и разграничение доступа к сетевым ресурсам. В проекте для этих целей используется биллинговая система UTM 5.0 [32].

Оборудование для IP-TV. В проекте предлагается использовать готовое решение компании NETUP [33] – NetUP.tv ОТТ. Термин ОТТ (Over the Top) означает способ доставки видеосигнала с помощью сети Интернет на приставку (STB), компьютер или мобильный телефон пользователя. Внедрение услуги ОТТ предоставляет возможность подключить к сервису любого пользователя сети Интернет, в отличие от услуг IPTV, где абоненты ограничены управляемой оператором сетью. Клиенты поставщиков видео-услуг привыкают часто пользоваться планшетными компьютерами и смартфонами, и рассчитывают на доступность данных услуг и на этих устройствах. Внедрение провайдером сервиса вещания посредством ОТТ позволит не только сохранить лояльность своих подписчиков, расширив предоставляемый сервис, но и привлечь этим новых клиентов.

NetUP.tv ОТТ – законченное программно-аппаратное решение для средних и крупных операторов связи. Благодаря объединению компонентов системы в кластер, NetUP ОТТ Complex можно масштабировать как в большую, так и в меньшую стороны. Модульная архитектура позволяет оперативно производить

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		45

изменения всего функционала, без остановки используемого программного обеспечения. Система Middleware обеспечивает высокую скорость работы графического интерфейса и простоту использования предлагаемых услуг абонентом. NetUP.tv OTT содержит все инструменты, необходимые для предоставления интерактивного телевидения.

При использовании ВОЛС требуется рассчитывать оптический бюджет линии, это необходимо, чтобы убедиться в работоспособности сети с выбранным оборудованием. Оптический бюджет мощности определяется как разница между мощностью передатчика (SFP OLT трансивера) и чувствительностью приёмника в ONU. Выбрав оборудование, вычислим оптический бюджет сети: Выходная мощность OLT: от +1,5 до +5 dBm; Чувствительность ONU: -28 dBm. В результате получаем бюджет для PON сети от 29,5 до 33 dB. Под оптическим бюджетом потерь подразумевается максимальное затухание сигнала от OLT-а до ONU.

$$P = F_{(km)} * K + C + S1 + S_p \quad (4.1)$$

Где P - бюджет мощности (максимальные оптические потери в ODN – Optical Distribution Network);

F - протяженность волокна в километрах;

K – затухание на километр;

C - затухание сигнала в оптических коннекторах;

S1 - затухание сигнала в соединениях волокна;

S_p - затухание сигнала в сплиттерах;

$$P = 2,5 * 0,3 + 0,5 * 2 + 0 + 17,2 + 0,3 * 2,5 = 19,7B$$

Исходя из расчетов затухания, можно сделать вывод, что оптического бюджета полностью хватит для организации бесперебойной работы сети.

На рисунке 4.1 приведена схема организации связи для предоставления мультисервисных услуг жителям жилого комплекса «МОСФИЛЬМОВСКИЙ».

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		46

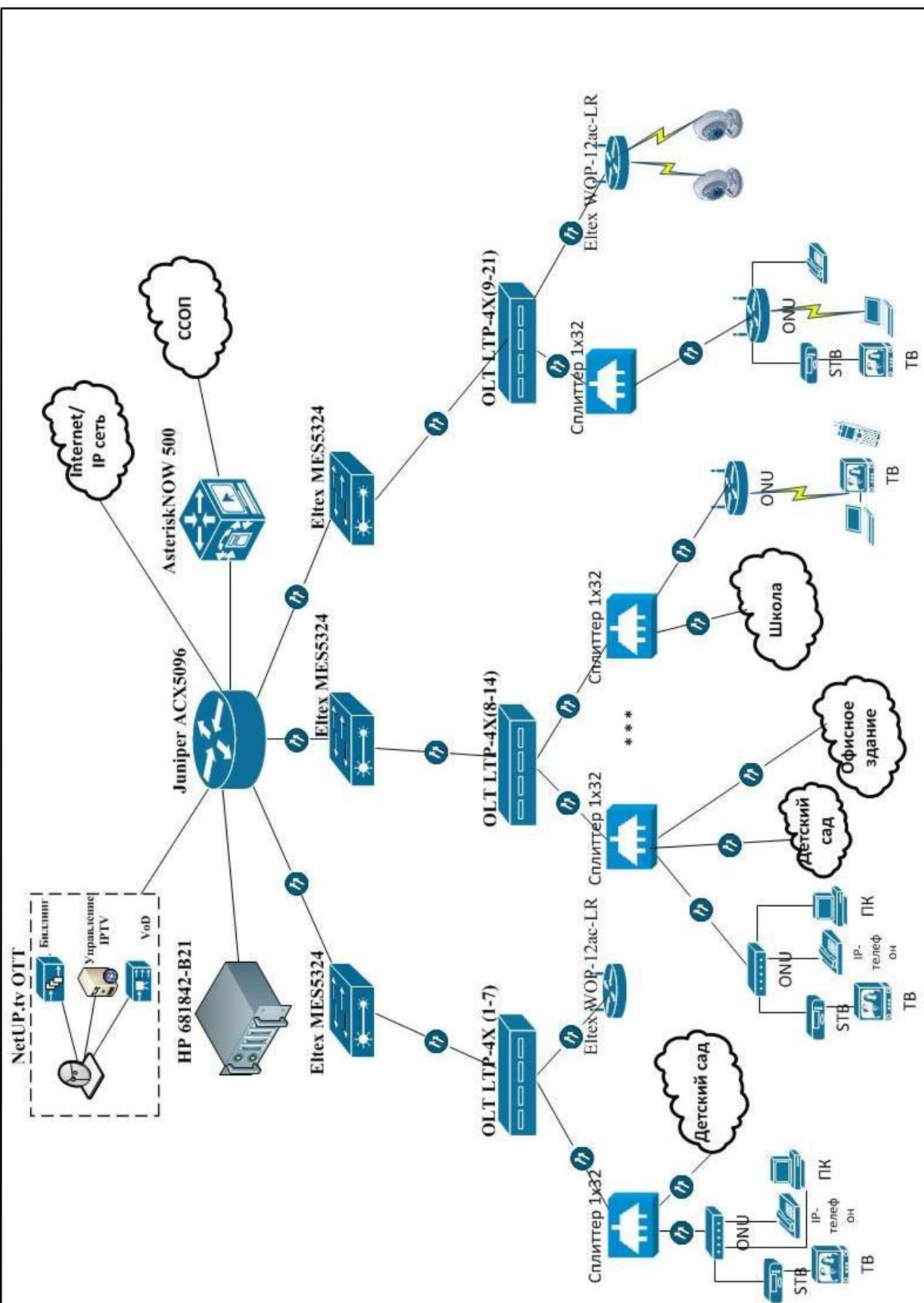


Рисунок 4.1 – Проект сети связи ЖК «Мосфильмовский»

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.027.ПЗВКР

Лист

47

На рисунке 4.1 условно обозначены VPN сети крупных объектов инфраструктуры: сеть для детских садов, школы, офисного здания. Организации этих сетей следующая: либо организация арендует канал с выбранной скоростью или могут заказать услугу по организации сети на своем объекте. В таком случае у клиента появляется возможность профессионального обслуживания всей своей сети по договору.

На рисунке 4.2 приведена схема включения оборудования в офисном здании.

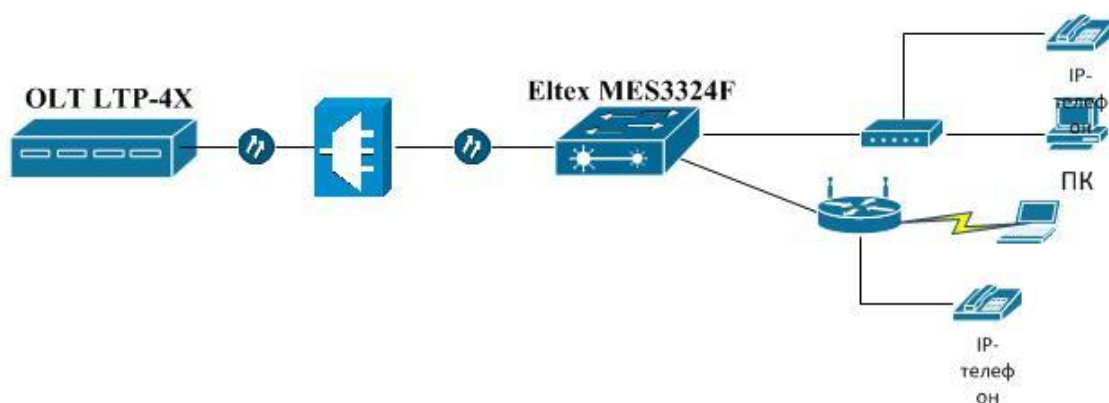


Рисунок 4.2 – Организации подключения офисного здания к мультисервисной сети

В офисном здании размещается отдельный коммутатор, в который будут включаться абонентские терминалы. В данном случае абонентский терминал размещается в офисе.

На рисунке 4.3 показан способ организации подключения к МСС детского сада.

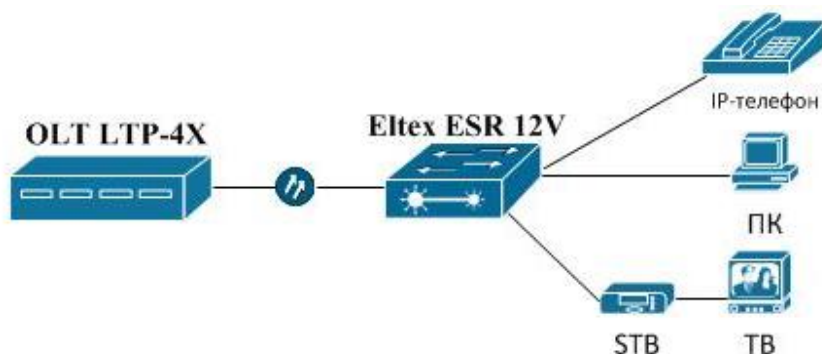


Рисунок 4.3 – Организации подключения детского сада к мультисервисной сети

В этом случае в помещении также будет размещен небольшой сервисный маршрутизатор, который обеспечит бесперебойную работы и высокую надежность сети.

На рисунке 4.4 показан способ организации подключения к МСС школы.

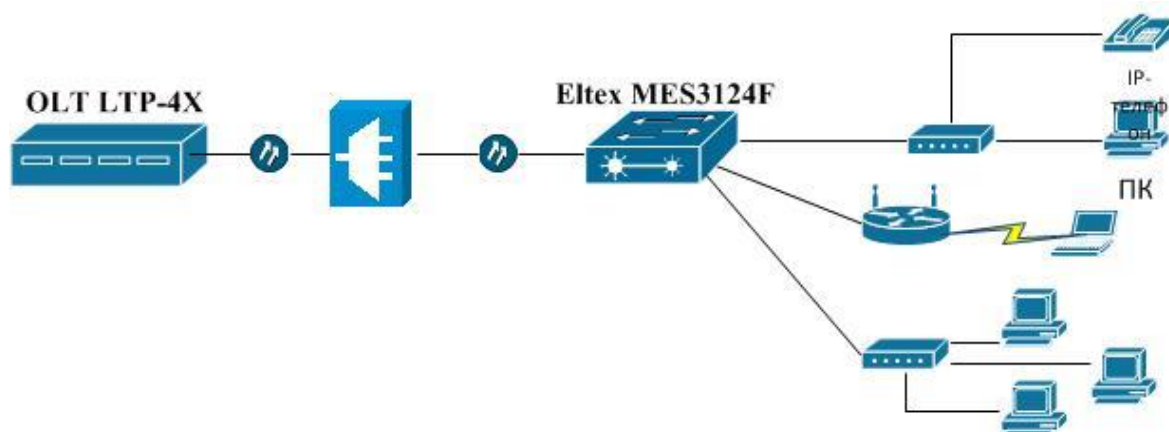


Рисунок 4.4 – Организации подключения школы к мультисервисной сети

В случае с школой, организуются несколько подсетей с разграничением доступа. Отдельно будет работать подсеть бухгалтерии, частная сеть преподавателей с необходимым документооборотом, сети компьютерных классов и общая беспроводная сеть. Будут настроены все необходимые ограничения доступа и фильтрация запрещенного контента.

Для организации видеонаблюдения была построена беспроводная сеть. На территории паркинга размещены беспроводные камеры, которые подключаются к точкам доступа. Точки доступа будут включены в свободные 10/100/1000 Base-T/1000 Base-X (SFP) порты на OLT.

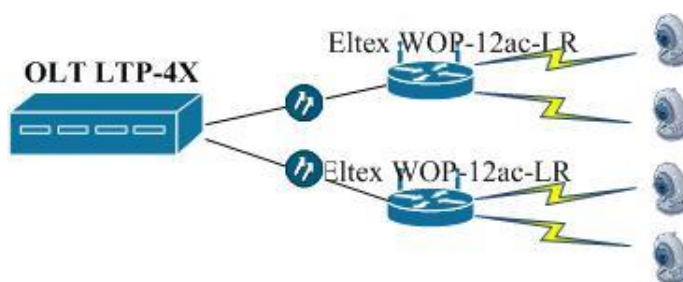


Рисунок 4.5 – Организация видеонаблюдения на территории паркинга

К одному OLT будет подключено 128 абонента, т.е. потребуется 128 IP адресов, а также 2 адреса на шлюз и широковещательный и 1 адрес сети – всего 131 адрес. Для простоты организации, можно выделить подсеть с маской /24 (255.255.255.0). В таблице 4.1 приведены адреса для первых 5 сетей, остальные записываются аналогично.

Таблица 4.1 – Список IP адресов

Номер подсети	IP адрес сети/Маска	IP адрес шлюза/ Широковещательный IP адрес	Диапазон IP адресов для абонентов
1	172.28.1.0/24	172.28.1.1 / 172.28.1.255	172.28.1.2-172.28.1.254
2	172.28.2.0/24	172.28.2.1 / 172.28.2.255	172.28.2.2-172.28.2.254
3	172.28.3.0/24	172.28.3.1 / 172.28.3.255	172.28.3.2-172.28.3.254
4	172.28.4.0/24	172.28.4.1 / 172.28.4.255	172.28.4.2-172.28.4.254
5	172.28.5.0/24	172.28.5.1 / 172.28.5.255	172.28.5.2-172.28.5.254

4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

Кабель по территории ЖК будет прокладываться в грунт или в кабельной канализации при ее наличии. Общая протяженность кабеля по территории составляет 2,1 км, в зданиях из расчета 50-60 метров на абонента (прокладка от сплиттера до абонентского устройства), а также необходимо предусмотреть еще 4,5 км для прокладки до ближайшей АТС. Необходимо выбрать подходящий волоконно-оптический кабель для прокладки в кабельной канализации. Для прокладки в грунт выбран кабель ОГД 7 кН [34], а для прокладки в канализации кабель ИКСЛН-М 2,5 кН [35], для прокладки внутри здания ОТД 2,7 кН [36] кабели полностью удовлетворяют всем необходимым требованиям (рисунок 4.6).

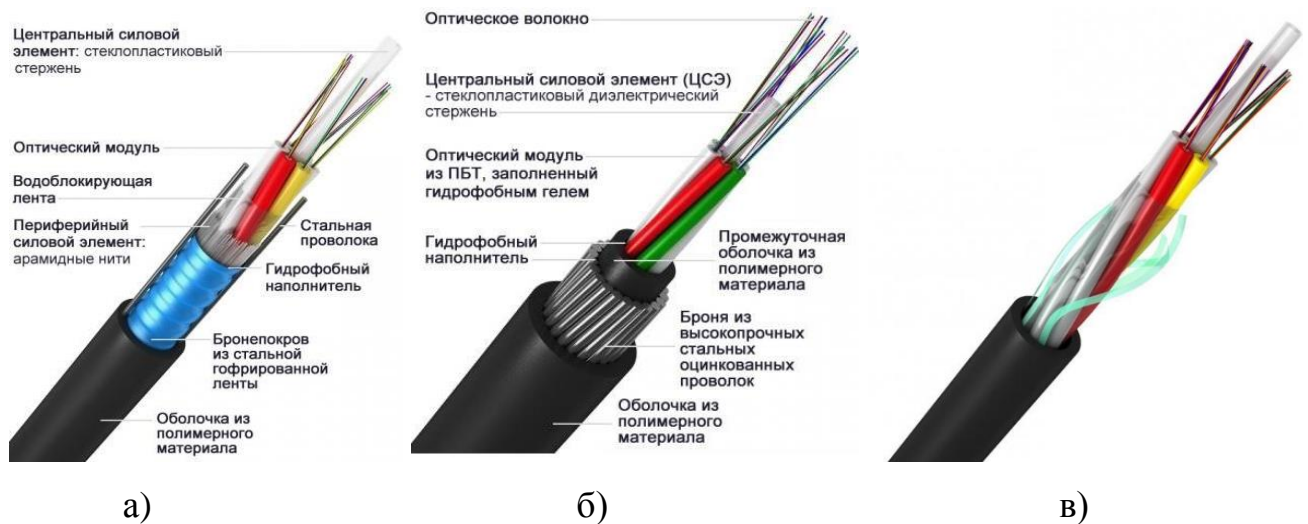


Рисунок 4.6 – Внешний вид выбранных кабелей: а) ИКСЛН-М 2,5 кН б) ОГД 7 кН в) ОТД 2,7 кН

С подробными характеристиками кабелей можно ознакомиться на сайте продавца. На рисунке 4.7 приведен вариант схемы прокладки кабеля по территории жилого комплекса «МОСФИЛЬМОВСКИЙ».



Рисунок 4.7 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля.

OLT будут размещены в домах на технических этажах или в подвальных помещениях. Оборудование необходимо размещать в специальном антивандальном шкафу. В шкафу помимо этого будет установлен источник бесперебойного питания (ИБП) и сетевой фильтр (СФ), которые необходимы для обеспечения отказоустойчивой работы и безопасности оборудования в случае перебоев с электропитанием. На рисунке 4.8 изображен внешний вид антивандального шкафа.



Рисунок 4.8 – Размещение оборудования в антивандальном шкафу

От сплиттера кабель прокладывается до абонентского устройства. Кабель может быть проложен в пластиковых трубах через отверстия, просверленные в межэтажных перекрытиях, либо по слаботочной системе, если она имеется. На рисунке 4.9 приведен пример размещения оборудования в доме, который состоит из нескольких секций. В случае, если секции разной этажности, то целесообразно разместить оборудование отдельно в секциях с разной этажностью.

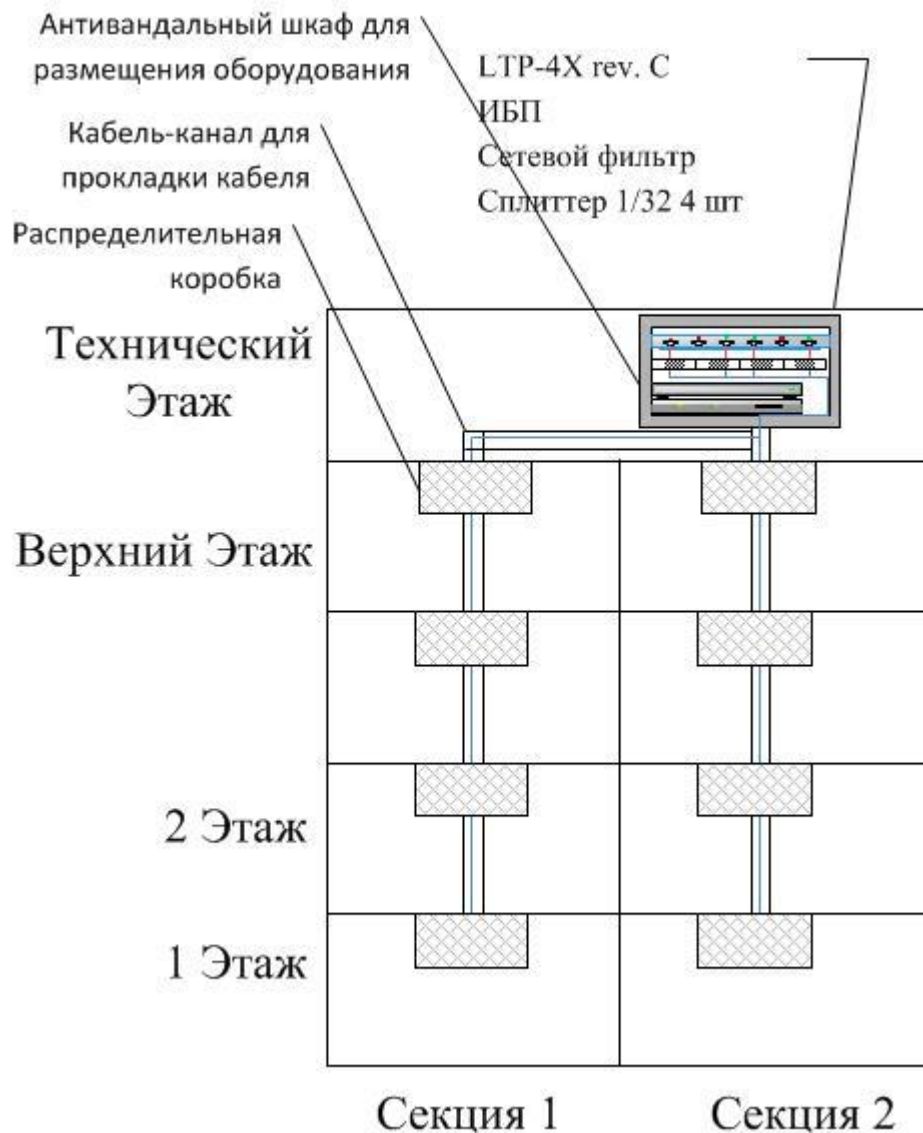


Рисунок 4.9 – Размещение оборудования доступа в жилом доме

Для подключения абонентского оборудования, необходимо протянуть кабель от распределительной коробки до абонентского устройства. Для ввода кабеля в квартиру высверливается отверстие, оно должно сверлиться на безопасном расстоянии от электрической проводки, чтобы избежать ее повреждения. В квартире абонентское оборудование рекомендуется устанавливать в месте, где заводится кабель. Это обусловлено хрупкостью оптического волокна, т.к. оно может достаточно легко повредиться от изгибов при прокладке по квартире. На рисунке 4.10 показан пример подключения абонентских устройств на этаже.

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы

Размещение оборудования производится на существующих площадях, поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены. Смета затрат на приобретение необходимого оборудования и других материалов представлена в таблице 5.1. Данные из таблицы взяты с электронных ресурсов: <http://n-nets.ru>, <http://www.netup.ru>, www.pbxware.ru, <http://junipershop.ru>, eltexsl.ru, www.kdds.ru

Таблица 5.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1.	LTP-4X rev. C GPON OLT	21	81722	1716162
2.	MES5324 Коммутатор 24 порта 10G	3	177233	531699
3.	Juniper ACX5096-L2-L3	1	1 844 940	1844940
4.	IP ATC AsteriskNOW 500	2	170000	340000
5.	Eltex WOP-12ac-LR	23	32264	742072
6.	SFP+ модуль	42	15039	631638
7.	QSFP модуль	18	68800	1238400
8.	Биллинговая система UTM 5.0	1	180000	180000
9.	Сплиттер 1/32	84	2179	183036
10.	NetUP.tv ОТТ	1	1800000	1800000
11.	Сервер HP 681842-B21	1	1097000	1097000
12.	Eltex NTU-RG-1402G-W ONT	2306	2646	6101676
13.	VSTARCAM C7837WIP	1394	2503	3489182
14.	Шкаф оптический	11	56000	616000
15.	Расходные материалы для монтажа ВОЛС	1	1000000	1000000
Итого:			21511805	

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр}, руб \quad (5.1)$$

где K_{np} – Затраты на приобретение оборудования;

$K_{тр}$ – транспортные расходы (3% от K_{np});

$K_{смр}$ – строительно-монтажные расходы (20% от K_{np});

$K_{зип}$ – затраты на запасные элементы и части (5% от K_{np});

$K_{нпр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от K_{np}).

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} =$$

$$(1 + 0,03 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 21511805 = 28180464 руб$$

Затраты на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений

Наименование	Количество единиц/м	Стоимость, руб	
		за единицу, м	всего
Кабель ОГД 7 кВ	2100	61,5	129150
Кабель ИКСЛН-М 2,5 кВ	4500	42,8	192600
Кабель ОТД 2,7 кВ	140000	54,40	7616000
Итого: 7937750			

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

$$K_{лкс} = L * Y, тыс. руб \quad (5.2)$$

где $K_{лкс}$ – затраты на прокладку кабеля;

L – протяженность кабельной линии;

Y – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{\text{ЛКС}} = 4200 * 150 + 2100 * 150 + 2306 * 450 = 2027700 \text{ руб}$$

Прокладка кабеля до АТС и по жилому дому до абонента будет выполняться силами подрядной организации. Стоимость прокладки кабеля до АТС 150 руб/м, а в домах 450 рублей за точку подключения (квартиру). Суммарные затраты на приобретение оборудования, кабеля и других компонент мультисервисной сети составят:

$$KB = 28180464 + 7937750 + 2027700 = 38145914$$

5.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы включают в себя:

1. Затраты на оплату труда – необходимо сформировать фонд заработной платы для оплаты труда сотрудников.
2. Единый социальный налог – согласно законодательству РФ определить сумму отчислений в пенсионный фонд и т.д.
3. Амортизация основных фондов – рассчитать отчисления на формирование фонда замены оборудования
4. Материальные затраты и прочие производственные расходы.

Затраты на оплату труда. Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Рекомендуемый состав персонала приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Состав персонала

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Системный администратор	44000	3	132000
Итого		3	132000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^K (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб.} \quad (5.3)$$

где 12 – количество месяцев в году;

T – коэффициент премии

P_i – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 132000 * 12 = 1584000 \text{ руб.}$$

Страховые взносы. Страховые взносы в 2016 году составляют 30 % от суммы годового заработка

$$\text{СВ} = 0.3 * \text{ФОТ} \quad (5.4)$$

$$\text{ФОТ} = 1584000 * 0,3 = 475200 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления. Эти отчисления на содержание производственных фондов компании, т.е. на замену/ремонт оборудования. Этот показатель рассчитывается с помощью утвержденных норм амортизационных отчислений или с учетом срока службы оборудования:

$$\text{АО} = T / F \quad (5.5)$$

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$\text{АО} = 21511805 / 12 = 1792650 \text{ руб.}$$

Материальные затраты.

а) затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		58

$$Z_H = T * 24 * 365 * P, \text{ руб} \quad (5.5)$$

где $T = 4,5$ руб./кВт · час – тариф на электроэнергию

$P = 10$ кВт – суммарная мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 4,5 * 24 * 365 * 9 = 394200, \text{ руб.}$$

б) затраты на материалы и запасные части включены в статью амортизационные отчисления

$$Z_{мз} = 0 \quad (5.6)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{общ} = 394200 \text{ руб.}$$

Прочие расходы. Прочие расходы предусматривают общие производственные (Зпр.) и эксплуатационно-хозяйственные затраты (Зэк.):

$$Z_{пр} = 0.05 * \text{ФОТ} \quad (5.7)$$

$$Z_{эк} = 0.07 * \text{ФОТ} \quad (5.8)$$

Прочие расходы равны:

$$Z_{прочие} = Z_{пр} + Z_{эк} = 1584000 * 0,12 = 190080, \text{ руб.}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в таблицу 5.4

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		59

Таблица 5.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1. ФОТ	1584000
2. Страховые взносы	475200
3. Амортизационные отчисления	1792650
4. Общие материальные затраты	394200
5. Прочие расходы	190080
6. Аренда канала для ПД	2500000
Итого:	6936130

5.3 Определение доходов от основной деятельности

Доходы провайдера от предоставления услуг населению имеют два вида – единовременные (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). Срок окупаемости вложений будет зависеть от получаемого дохода, который основан на количестве подключенных абонентов. Предполагаемое количество абонентов, которое будет подключаться к сети в определенный период, приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Количество подключаемых абонентов по годам

Год	Доступ к сети Интернет		IP-TV		IP-телефония		VOD		Видеонаблюдение	
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Квартира	Паркинг
1	944	58	527	11	329	58	165	0	859	483
2	769	30	461	0	198	40	95	0	286	362
3	483	27	329	0	132	17	69	0	286	362
Всего абонентов	2196	115	1318	11	659	115	329	0	1432	1208

Тарифы за пользование услугами будут следующие: Доступ к сети Интернет: юридические лица - 2600, физические лица – 460 за 100 Мбит/с и 1500 за 500 Мбит/с; услуга IP-TV: юридические лица - 1000, физические лица - 230; услуга IP-телефония: юридические лица - 600, физические лица – 260;

видеонаблюдение за квартирой и парковкой по 50 рублей в месяц (цены указаны в рублях). Примем в расчет, что услугой видео по запросу абоненты будут пользоваться активно и тратить на это будут около 200 рублей в месяц. На основании определенной цены за услуги проведен расчет ежегодного дохода.

Таблица 5.6 – Общие доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам.

Год	Доход, руб.	
	За месяц	За год
1	1374205	16490464
2	904249,4	10850993
3	609625,2	7315503

На основании расчетов предполагаемого дохода за год определим основные экономические показатели проекта.

5.4 Определение оценочных показателей проекта

В первую очередь определим срок окупаемости проекта. Его можно оценить при использовании расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец i -го периода времени. Метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период.

$$NPV = PV - IC \quad (5.9)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.10);

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (5.11).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (5.10)$$

где P_n – доход, полученный в n -ом году, i – норма дисконта, T –

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		61

количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (5.11)$$

где I_n – инвестиции в n-ом году, i – норма дисконта, m – количество лет, в которых производятся выплаты.

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. Примем ставку дисконта равную 10%. В таблице 5.7 приведен расчет дисконтированных доходов и расходов, а также чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр P_n показывает доход, полученный за текущий год.

Таблица 5.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	45082044	45082044	-45082044
1	16490464	14991331	6936130	51387617	-36396286
2	27341457	37587577	6936130	57119956	-19532379
3	34656960	63625864	6936130	62331173	1294691
4	34656960	87297034	6936130	67068643	20228391
5	34656960	108816279	6936130	71375434	37440845

Определим срок окупаемости (PP) проекта на основании полученных сумм затрат и доходов от абонентов:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (5.12)$$

где T – значение периода, когда чистый денежный доход меняет знак с «-» на «+»; NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году; NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в $n-1$ году.

$$PP = 3 + 19532379 / (19532379 + 1294691) = 3,94$$

Индекс рентабельности - относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам.

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (5.13)$$

Индекс рентабельности при 4-х летней реализации проекта составит:

$$PI = 87297034 / 67068643 = 30\%$$

Далее определим внутреннюю норму доходности (*IRR*) – норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Чем выше *IRR*, тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. *IRR* показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. *IRR* должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (5.14)$$

где *i* – ставка дисконтирования

Для расчета *IRR* потребуется выбор нового значения *i*₂ и пересчета таблицы 5.7 при этом первый положительный *NPV* должен стать отрицательным. Формула для расчета *IRR* имеет вид:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5.15)$$

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		63

где i_1 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV > 0$; i_2 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV < 0$.

Для данного проекта: $i_1=10$, при котором $NPV_1=1294691$ руб.; $i_2=15$ при котором $NPV_2=-3117673$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 10 + 1294691 / (1294691 - (-3117673)) * (15 - 10) = 11,5$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 11,5 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 10%, проект следует принять.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		64

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	38145914,00
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	6936130
ФОТ	1584000
Страховые взносы	475200
Амортизационные отчисления	1792650
Общие материальные затраты	394200
Прочие расходы	190080
Аренда канала для ПД	2500000
Численность персонала, чел.	3
Количество абонентов, чел.	Физ. Лица – 2196; Юр. Лица - 115
Срок окупаемости	4 года
Рентабельность	30%
Внутренняя норма доходности	11,5%

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта не превышает 4 лет, при этом не учтен полный спектр высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после оценки спроса на них.

Один из возможных вариантов экономии на ранних этапах обслуживания сети это аренда у стороннего оператора порта в маршрутизаторе и коммутаторе L3. Когда количество клиентов начнет расти, можно приобрести свое оборудование и обслуживать его самостоятельно.

6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основные документы, регулирующие правила и меры охраны труда на предприятии это «Положение об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных Министерству связи Российской Федерации», утвержденным Приказом Минсвязи России от 24.01.94 N 18, и Рекомендации по организации работы службы охраны труда на предприятиях, в учреждениях и организациях от 27.02.95 N 34-у [37-42].

Монтаж и эксплуатация оборудования должна выполняться согласно «Правилам эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилам устройства электроустановок (ПУЭ)». Оборудование по безопасности, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям технических условий на оборудование, требованиям отраслевых стандартов и стандартов предприятия на отдельные группы и виды оборудования.

Используемое оборудование должно иметь сертификаты и отвечать требованиям безопасности Министерства связи РФ или Госстандарта России.

Блоки и части оборудования, представляющие угрозу опасных излучений, вредных испарений требуется помечать специальными знаками безопасности или сигнальной окраской в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026. Размещение и установка оборудования осуществляется по нормам технологического проектирования, ведомственным строительным нормам (ВСН 332-93) и ОСТ 45.86-96.

При выполнении работ по прокладке и монтажу оптического волокна следует руководствоваться «Правилами техники безопасности при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания» (М., «Связь», 1979). При работе с оптическим волокном его отходы при разделке (сколе) необходимо собирать в отдельный ящик и после окончания монтажа, освобождать ящик в отдельно отведенном месте или закапывать отходы в грунт. Следует избегать попадания

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		66

остатков оптического волокна в одежду. Работу с оптическим волокном следует производить в клеенчатом фартуке. Монтажный стол и пол в монтажно-измерительной автомашине после каждой смены следует обрабатывать пылесосом и затем протирать мокрой тряпкой. Отжим тряпки следует производить в плотных резиновых перчатках.

При работе с устройством для сварки оптических волокон, необходимо соблюдать следующие требования:

а) все подключения и отключения приборов, требующие разрыва электрических цепей или соединения с высоковольтными цепями устройства, производить при полностью снятом напряжении;

б) устройство должно быть заземлено;

в) во время наладочных работ следует помнить, что трансформатор, высоковольтные провода, электроды в режиме сварки находятся под высоким напряжением;

г) запрещается эксплуатация устройства со снятым защитным кожухом блока электродов;

д) не реже одного раза в неделю производить проверку исправности изоляции высоковольтных проводов; запрещается работать на устройстве при поврежденной изоляции высоковольтных проводов;

е) к работе с устройством допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж, инструктаж по технике безопасности на рабочем месте с последующей проверкой знаний и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

Меры по охране окружающей среды [41-42] затрагивают земляные работы, проводимые предприятием, а именно воздействие на почвенные слои, грунтовые воды и водные ресурсы при построении линейно-кабельных сооружений и прокладке кабеля в грунте или под водой, а также эксплуатации электроустановок и мобильных дизельных генераторов.

Запрещено эксплуатировать электроустановки без специальных устройств, для обеспечения и соблюдения установленных СанПиН и природоохранной

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		67

требований. Запрещена эксплуатация неисправных или некорректно работающих установок.

Разрешено эксплуатировать, имеющее все необходимые сертификаты и документы, позволяющие эксплуатацию на территории РФ. Выбранное в дипломном проекте оборудование имеет все необходимые документы.

После завершения работ по прокладке кабеля или строительству ЛЭС требуется провести рекультивацию – восстановить плодородный слой земли. При этом плодородный слой снимается, транспортируется и складывается до окончания работ, после чего он наносится на нарушенные площади почвы. Места хранения плодородного слоя почвы должны содержаться в чистоте. Удаление, перемещение и нанесение плодородного слоя почвы осуществляется до наступления отрицательных температур. Удаление и перемещение плодородного слоя почвы производится спецтехникой или вручную. Вся процедура рекультивации выполняется строго по проекту.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		68

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны рекомендации по построению мультисервисной телекоммуникационной сети на территории жилого комплекса «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» г. Москва. Рекомендации основаны на подробном анализе проектной документации ЖК, анализе инфраструктуры и конкурентов. Рекомендации включают в себя экспликацию объекта с описанием инфраструктуры и подсчетом количества абонентов, перечень предлагаемых услуг, схему организации связи с описанием выбранного оборудования на каждом уровне, схему организации кабельной инфраструктуры сети, план размещения оборудования, смету затрат на работы и основные пункты техники безопасности при проведении работ.

МСС построена по технологии GPON. При выборе технологии учитывалась max пропускная способность, надежность и стоимость. Выбор пал на GPON возможности предоставлять доступ к услугам на скорости до 2,5 Гбит/с с высоким качеством, что позволит долгое время конкурировать с присутствующими провайдерами.

Общее количество абонентов в ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» 2311, из них 2196 физических лиц и 115 юридических лиц. для них были определены основные мультисервисные услуги: Доступ к сети Интернет, IPTV, VoD, IP телефония, видеонаблюдение (территория ЖК, паркинг, подъезд), видеонаблюдение в квартирах, беспроводная сеть на территории ЖК. Таким образом, пользователи способны получать доступ к купленным телекоммуникационным услугам не только у себя в квартире, но и на территории всего комплекса.

В качестве поставщика оборудования была выбрана компания Eltex, оборудование которой соответствует предъявленным требованиям.

В 5 главе был проведен расчет основных экономических показателей, на основании составленной сметы затрат на приобретение требуемое

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		69

телекоммуникационное оборудование. Для построения и ввода в эксплуатацию сети потребуется порядка 38 миллионов рублей, на содержание сети в год требуется 6,9 миллиона рублей, прибыль появится через 4 года, рентабельность 30%.

В проекте указаны мероприятия, связанные со строительством кабельных линий связи, а также мероприятия по технике безопасности и охране труда при эксплуатации оборудования и при проведении монтажных работ.

Все поставленные в выпускной квалификационной работе задачи выполнены в полном объеме.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		70

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт ЖК «МОСФИЛЬМОВСКИЙ» / [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://sreda-kvartal.ru/> (дата обращения 17.02.2017)
2. Информационный ресурс wikimaria.org/[Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.naitiprosto.ru/metro> (дата обращения 21.02.2017)
3. Тарифные планы Starlink [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.starlink.ru/internet/> (дата обращения 21.02.2017)
4. Тарифные планы ОнЛайм [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.onlime.ru/internet/calc2/> (дата обращения 21.02.2017)
5. Тарифные планы МГТС [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://mgts.ru/home/internet/tariffs/> (дата обращения 21.02.2017)
6. Официальный сайт компании Армо-лайн / [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.armo-line.ru/communications/ip-vs-analog/wi-fi-vs-cable-network/> (дата обращения 01.03.2017)
7. Д. Куроуз, Компьютерные сети: Нисходящий подход [текст] / Д. Куроуз, К. Росс // Изд.: Э, Пер.с англ. М. Райтмана 2016г. 908с.
8. Исаченко О.В. Программное обеспечение компьютерных сетей: учебное пособие [текст] /О.В. Исаченко// Изд.: ИНФРА-М, 2017г. 116с
9. Васин Н.Н. Основы сетевых технологий на базе коммутаторов и маршрутизаторов: учебное пособие [текст] / Н.Н. Васин// Изд.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2017г. 270с
10. Таненбаум Э. Компьютерные сети [текст] / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл // Изд.: Питер, пер. с англ. А. Гребенькова, 2017г. 855с
11. А.Н.Сергеев Основы локальных компьютерных сетей : учебное пособие [текст] /Сергеев А.Н.// Изд.: Лань, 2016г. 183с.
12. Киселев С.В. Основы сетевых технологий: учебное пособие для начального профессионального образования [текст] /С.В. Киселев, И.Л. Киселев// Изд.: Академия, 2016г. 64с

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		71

13. Трахтенгерц Э.А. Сетецентрические методы управления в крупномасштабных сетях [Текст] / Э.А. Трахтенгерц, Ф.Ф. Пашенко // Изд.: Ленанд, 2016г. 193с

14. Костров Б.В. Сети и системы передачи информации: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования[Текст] /Б.В. Костров, В.Н. Ручкин // Изд.: Академия, 2016г. 251с

15. Фейт С. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация: включая IPv6 и IP Security [Текст] / Сидни Фейт // Изд.: ЛОРИ, 2016г. 424с

16. Крылов Ю.Д. Методы маршрутизации и коммуникации в вычислительных сетях : учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 55с

17. Крылов Ю.Д. Интегрированные вычислительные сети : учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 58с

18. Абросимов Л.И. Базисные методы проектирования и анализа сетей ЭВМ : учебное пособие [текст] / Л.И. Абросимов // Изд.: Университетская книга, 2015г. 246с.

19. Соболев Б.В. Сети и телекоммуникации : учебное пособие [текст] / Б.В. Соболев, А.А. Манин, М.С. Герасименко// Изд.: Феникс, 2015г. 191с.

20. Будылдина Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных: учебное пособие [Текст]/ Н.В. Будылдина, В.П. Шувалова// Изд.: Горячая линия-Телеком. – 2016г. 343с.

21. Цимбал В.А. Информационный обмен в сетях передачи данных : марковский подход : монография [Текст] /В.А. Цимбал // Изд.: Вузовская книга, 2014г. 143с

22. Баринов В.В. Технологии разработки и создания компьютерных сетей на базе аппаратуры D-LINK: учебное пособие для вузов [Текст]/В.В. Баринов, А.В. Благодаров, Е.А. Богданова и др. // Изд.: Горячая линия-Телеком, 2013г. 215с

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		72

23. Гребешков А.Ю. Вычислительная техника, сети и телекоммуникации: учебное пособие для вузов [текст] / А.Ю. Гребешков// Изд.: Горячая линия-Телеком, 2015г. 190с

24. Берлин А.Н. Высокоскоростные сети связи [текст] / В.Г. Олифер, А.Н. Берлин // Изд.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016г. 452с

25. Кузьменко Н.Г. Компьютерные сети и сетевые технологии [текст] / Н.Г. Кузьменко // Изд.: РадиоСофт, 2015г. 624с.

26. Мельников Д.А. Системы и сети передачи данных. Учебник [текст] / Д.А. Мельников // М.: Радио и связь, 2003. — 468 с.

27. Характеристики Eltex WOP-12ac-LR [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://eltexsl.ru/product/wop-12ac-lr/> (дата обращения 28.03.2017)

28. Технические характеристики OLT LTP-4X | LTP-4X rev. C [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://eltexsl.ru/product/ltp-4x-rev-c/> (дата обращения 28.03.2017)

29. Характеристики коммутатора Eltex MES5324 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://eltex.nsk.ru/catalog/mes5324.php> (дата обращения 28.03.2017)

30. Характеристики Juniper ACX5096-L2-L3 [Электронный ресурс] : - Режим доступа: http://junipershop.ru/router_juniper/acx_series/acx5000/acx5096-dc-12-13 (дата обращения 28.03.2017)

31. Характеристики IP АТС AsteriskNOW 500 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.pbxware.ru> (дата обращения 12.04.2017)

32. Характеристики UTM 5.0 [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.netup.ru/UTM5/billing.php> (дата обращения 12.04.2017)

33. Характеристики системы IP-TV NetUP.tvOTT. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: http://www.netup.tv/ru-RU/netup_ott.php (дата обращения 12.04.2017)

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		73

34. Характеристики кабеля ОГД 7кН [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <https://www.kdds.ru/kabelnaya-produkciya/opticheskiy-kabel/opticheskiy-kabel-dlya-prokladki-v-grunt/kabel-ogd-7-kn> (дата обращения 22.04.2017)

35. Характеристики кабеля ИКСЛН-М 2,5кН [Электронный ресурс]: - Режим доступа:<https://www.kdds.ru/kabelnaya-produkciya/opticheskiy-kabel/> (дата обращения 22.04.2017)

36. Характеристики кабеля ОТД 2,7 кН [Электронный ресурс] : - Режим доступа:<https://www.kdds.ru/kabelnaya-produkciya/opticheskiy-kabel/vnutriobyektovyy/kabel-otd-27-kn> (дата обращения 22.04.2017)

37. Приказ от 24 января 1994 г. N 18 «Об утверждении нового положения об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных министерству связи российской федерации» [Электронный ресурс] : - Режим доступа: <http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 30.04.2017)

38. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс] : - Режим доступа: www.government-nnov.ru/?id=71330 (дата обращения 30.04.2017)

39. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, Москва, 2003.

40. Правила по охране труда при работе на линейных сооружениях кабельных линий передачи. ПОТ РО-45-009-2003, Москва, 2003.

41. Руководство по строительству линейных сооружений местных сетей связи [текст]/Минсвязи России - АООТ «ССКТБ-ТОМАСС» - М. 1996г. 736с.

42. Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи [текст]/М-во связи СССР. - М.: Радио и связь, 1986г. 1025с.

					11070006.11.03.02.027.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		74