

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 В
МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г. ТВЕРЬ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001252
Онищенко Александра Олеговича

Научный руководитель
ст.преподаватель кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ», А.В. Курлов

Рецензент
Инженер технического участка
города Старый Оскол филиала ООО
«ЭкоПромСервис», Д.А.Ченцов

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ МИКРОРАЙОНА «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ.....	6
1.1 Анализ микрорайона «Киселево» г.Тверь.....	6
1.2 Анализ существующей сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь.....	8
1.3 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь.....	8
2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА.....	11
2.1 Технология Ethernet.....	11
2.2 Технология FTTx.....	12
2.3 Технология xDSL.....	13
2.4 Технология PON.....	15
2.5 Беспроводные технологии доступа.....	15
3 ВЫБОР ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ.....	17
3.1 Выбор технологии реализации мультисервисной сети связи.....	17
3.2 Принцип организации связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.....	18
4 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ.....	21
4.1 Расчёт нагрузок на основные узлы доступа и агрегации.....	21
4.2 Расчет трафика проектируемой МСС.....	23
4.3 Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений связи....	27

						11070006.11.03.02.059.ПЗВКР			
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата				
Разраб.	Онищенко А.О.					Проектирование мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Курлов А.В.						П	2	64
Рецензент	Ченцов Д.А.						НИУ «БелГУ» гр. 07001252		
Н. контр.	Курлов А.В.								
Утвердил	Жилияков Е.Г.								

5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	29
5.1 Выбор оборудования доступа.....	29
5.2 Выбор оборудования агрегации.....	30
5.3 Выбор оборудования ядра.....	31
5.4 Выбор серверного оборудования.....	32
5.5 Выбор абонентского оборудования.....	33
5.6 Выбор волоконно-оптического кабеля связи.....	35
6 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ.....	37
6.1 Рекомендации по размещению телекоммуникационного оборудования в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.....	37
6.2 Рекомендации по построению линейно-кабельных сооружений в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.....	39
7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	41
7.1 Оценка капитальных вложений в проект.....	41
7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов.....	44
7.3 Определение тарифных доходов.....	48
7.4 Определение оценочных показателей проекта.....	52
8 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА.....	56
8.1 Техника безопасности по стационарным сооружениям.....	56
8.2 Экологическая безопасность и охрана окружающей среды.....	58
8.3 Охрана труда.....	59
8.4 Инженерно-технические мероприятия по пожарной безопасности.....	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших проблем современного общества является необходимость разработки эффективных телекоммуникационных систем и сетей. Развитие телекоммуникационных сетей, позволяющих удовлетворить требования современного общества, позволит перейти на новый этап построения единого информационного пространства. Современные телекоммуникационные сети должны иметь возможность получения таких телекоммуникационных услуг, как доступ к распределенным информационным ресурсам. Построение современного информационного общества является важным этапом в развитии экономики.

Современная мультисервисная сеть связи должна характеризоваться такими аспектами, как интеграция услуг, высокие требования к качеству их предоставления, в частности, к скорости передачи информации, а также приоритетное обслуживание трафика реального времени. Необходимость обеспечения выполнения этих аспектов требует высоких экономических вложений, необходимых на этапе построения современной мультисервисной сети связи.

Однако сегодня не все пользователи сети имеют возможность получения качественных телекоммуникационных услуг, которые позволили бы удовлетворить требования сегодняшнего информационного общества. В частности, в микрорайоне «Киселево» г.Тверь отсутствует существующая сеть связи, позволяющая удовлетворить все потребности пользователей в телекоммуникационных услугах. Таким образом, разработка мультисервисной сети в микрорайоне «Киселево» г.Тверь является актуальной задачей.

Целью данной работы является предоставление мультисервисных услуг жителям микрорайона «Киселево» г.Тверь.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ инфраструктуры и существующей сети связи

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

микрорайона «Киселево» г.Тверь;

2) провести обзор литературных источников для выбора технологии построения мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь;

3) рассчитать объем нагрузок на различных участках проектируемой мультисервисной сети связи;

4) провести анализ телекоммуникационного рынка и выбрать оборудование для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь;

5) сформулировать рекомендации по построению мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь;

6) оценить технико-экономические показатели проекта.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ МИКРОРАЙОНА «КИСЕЛЕВО»

Г.ТВЕРЬ

1.1 Анализ микрорайона «Киселево» г.Тверь

Тверь — город в России, административный центр Тверской области и Калининского района, в который не входит, являясь административно-территориальной единицей городом областного значения, образующим одноимённое муниципальное образование городской округ город Тверь. Расположен на берегах реки Волга в районе впадения в неё рек Тверцы и Тьмаки, в 177,6 км к северо-западу от Москвы. Тверь основана в 1135 году на стрелке реки Тьмаки. Население г. Тверь — 416 442 чел [1,7,11].

Климат умеренно-континентальный: средняя температура февраля $-7,6$ °С, июля $+18,7$ °С, среднее годовое количество осадков — 653 мм. Тверь имеет мягкий климат, с умеренно прохладной и достаточно длительной зимой и нежарким, влажным летом. Сильные морозы или палящий зной бывают достаточно редко. Абсолютный минимум $-43,8$ градусов (31 декабря 1978), максимум $+38,8$ градусов (7 августа 2010). Самый холодный месяц — февраль, тёплый — июль.

Крупнейшими промышленными предприятиями Твери являются [1,7,11] :

- ОАО Тверской вагоностроительный завод
- ООО «Юнайтед Ботлинг Групп»
- ОАО «Мелькомбинат»
- ОАО «Волжский пекарь»
- ОАО «Центросвармаш»
- ОАО «Тверской экскаватор»
- ЗАО «Хлеб»
- ОАО «Сибур — ПЭТФ»
- Тверской домостроительный комбинат (Тверской ДСК)

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- ОАО Тверской вагоностроительный завод

Тихий микрорайон «Киселево» с одноэтажными частными домами расположен на северной части города Тверь [1,7,11]. На рисунке 1.1 представлена карта микрорайона «Киселево» г.Тверь.

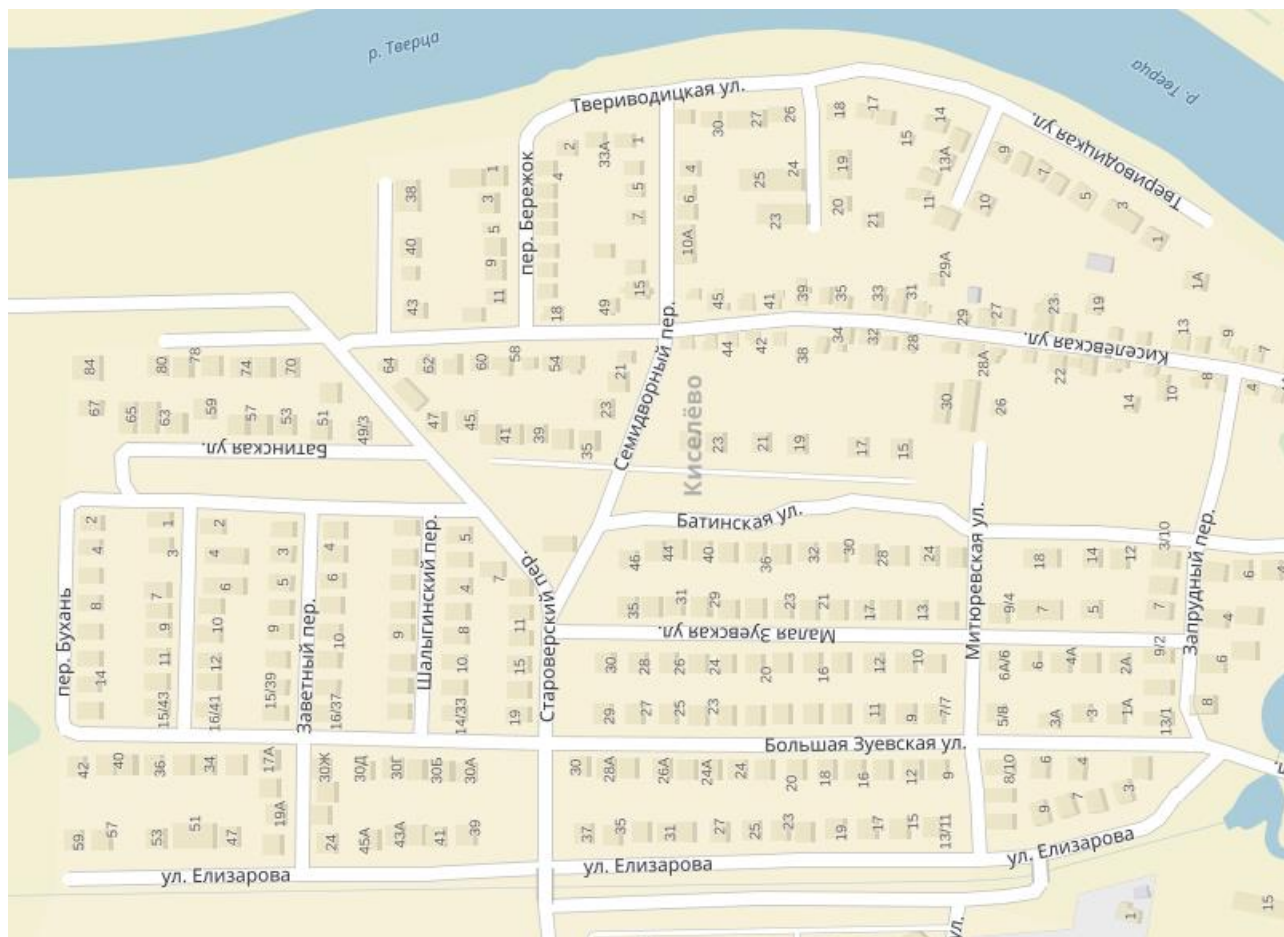


Рисунок 1.1 – Карта микрорайона «Киселево» г.Тверь

Микрорайон «Киселево» располагается на территории Заволжского района, на правом берегу реки Тверца, севернее устья ручья Соминка. Население микрорайона «Киселево» г.Тверь представляет собой жителей частных домов, а также многоэтажные здания, и составляет порядка 1100 человек.

Протяженность микрорайона с запад на восток составляет 1,5 км, а севера на юг – 1 км. На территории расположены 252 частных дома и 10 двухэтажных здания. Помимо частных домов в микрорайоне имеется 2 небольших продуктовых магазина. Население микрорайона «Киселево» г.Тверь составляет

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

порядка 1100 человек.

1.2 Анализ существующей сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь

В настоящее время услуги доступа к сети связи на территории города Тверь предоставляют компании Ростелеком, Элвис-Телеком Тверь, NetByNet, ТверьЛайн, МТС, Билайн, Мегафон, TELE2, Yota. Однако на территории недавно заселенного микрорайона «Киселево» в настоящее время услуги связи предоставляют только сотовые компании. Услуги передачи данных, предоставляемые сотовыми компаниями, не обеспечивают желаемую скорость передачи информации. Кроме того, данная услуга дорогостоящая.

Таким образом, необходимо спроектировать мультисервисную сеть связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.

1.3 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь

Среди основных требований, предъявляемых к мультисервисным сетям связи, следует выделить: потенциальное число абонентов, обслуживаемых проектируемой сетью связи, виды и качество предоставляемых услуг.

Анализ микрорайона «Киселево» г.Тверь показал, что на территории микрорайона 252 частных дома, два магазина и 10 двухэтажных здания. Исходя из анализа микрорайона, можно сделать вывод, что при проектировании мультисервисной сети связи целесообразно все расчеты вести для 408 абонентов, из которых 2 являются юридическими клиентами.

Анализ спроса на различные виды телекоммуникационных услуг в других

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

аналогичных микрорайонах показал, что наибольшей востребованностью будет пользоваться услуга широкополосного доступа к глобальной сети. Второй по популярности является IPTV. В рамках данной работы расчеты целесообразно вести в предположении, что количество пользователей услуг IPTV будет составлять порядка 60%. Другим видом телекоммуникационных услуг, не нашедшим широкого применения, является услуги IP-телефонии. Предполагается, что данным видом услуг будет пользоваться порядка 20% абонентов.

Распределение числа пользователей по видам предоставляемых услуг представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Распределение абонентов по видам услуг в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Вид предоставляемых услуг	Широкополосная передача данных	IPTV	IP-телефония
Количество абонентов	408	240	82

Исходя из представленных рассуждений, следует, что проектируемая мультисервисная сеть связи микрорайона «Киселево» г.Тверь должна обслуживать 408 абонентов. При этом все они будут использовать широкополосный доступ к передаче данных, порядка 240 абонентов будут пользоваться услугой IPTV и порядка 82 абонентов – услугой IP-телефонии.

Для дальнейшего проектирования микрорайон целесообразно разбить на 4 кластера. При этом первый кластер должен обслуживать западную часть микрорайона, где располагаются 82 частных дома. Второй кластер предполагается организовать в центре микрорайона. Этот кластер должен обслуживать 93 частных дома и 2 магазина. Третий кластер в рамках данного проекта должен обслуживать восточную часть микрорайона с 75 частными домами. Четвертый кластер будет обслуживать двухэтажные здания, в которых находятся 156 квартир. Распределение абонентов по кластерам представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Распределение абонентов по кластерам в микрорайоне «Киселево»

г. Тверь

№ кластера	Вид предоставляемых услуг		
	Широкополосная передача данных	IPTV	IP-телефония
1	82	50	18
2	95	53	20
3	75	38	13
4	156	99	31
Всего	408	240	82

Для удовлетворительного результата проектирования мультисервисной сети связи необходимо также сформулировать требования к качеству предоставляемых услуг. Речь идет о величине задержек и числе потерянных пакетов. Эти значения зависят от видов предоставляемых услуг. Так для передачи речи односторонняя задержка должна быть не менее 150мс, а потеря пакетов – не менее 1%. Для передачи видео задержка должна находиться в диапазон 100-500мс, а коэффициент потери пакетов порядка 10^{-5} .

2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА

2.1 Технология Ethernet

Одной из наиболее популярных технологий организации широкополосного доступа в современных сетях связи является технология Ethernet. Разработка данной технологии осуществлялась для построения сетей связи на базе коаксиальных линий связи. Но со временем технология существенно усовершенствовалась. Развитие технологии Ethernet позволило определить максимальное расстояние внутри одного сегмента. Это расстояние не должно превышать 2,5км. Дальнейшее развитие технологии привело к возможности организации виртуальных независимых каналов между узлами. Все это привело к отсутствию необходимости в прокладке линии связи между всеми узлами [2,8,10,15,18].

Совершенствование технологии Ethernet привело к тому, что сегодня данная технология может использоваться не только для построения компьютерных сетей. Сегодня использование технологии Ethernet позволяет удовлетворить потребности пользователей мультисервисных сетей связи. Более того, сегодня сети, построенный на базе технологии Ethernet имеют малую стоимость, что делает ее особо привлекательной при построении современных мультисервисных сетей связи.

Помимо низкой стоимости сети, построенные на базе технологии Ethernet имеют дополнительные преимущества. В частности, это связано с возможностью обеспечения высокой скорости передачи данных для одного абонента (до 100Мбит/с), с симметричностью технологии, а также независимости качества передачи от количества и поведения других абонентов.

Несмотря на преимущества, технология Ethernet имеет недостатки.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Одним из основных является необходимость автоматизированного управления сетью, а также слабая защищенность сети.

2.2 Технология FTTx

Технологии семейства FTTx характеризуются использованием для построения сети связи волоконно-оптических линий связи. В сокращении последняя буква означает разновидность технологии, характеризующуюся точкой, до которой прокладывается волоконно-оптической линии связи. Среди технологий FTTx различают: FTTH (Fiber To Home – оптика до дома), FTTB (Fiber To Building – оптика до здания (строения)), FTTC (Fiber To Curb – оптика до группы домов). Каждая из них имеет достоинства и недостатки, характерные для каждой из них в отдельности [2,10,12,13,16,17].

Как было отмечено выше, технология FTTH предполагает прокладку оптики до дома. Положительными аспектами использования данной технологии является конфиденциальность, высокая скорость и надежность. Кроме того, следует отметить, простоту масштабирования и интеграции новых цифровых технологий. Однако использование данной технологии не лишено недостатков, в частности, дороговизна построения сети и необходимость сертификации для использования волоконно-оптических линий связи.

По крайней мере, один недостаток может быть исключен при реализации сети с использованием FTTB. Такая реализация обеспечивает глубокое проникновение, обусловленное обслуживанием одного узла порядка 250 абонентов. Топология организации связи на базе технологии FTTB представлена на рисунке 2.1.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

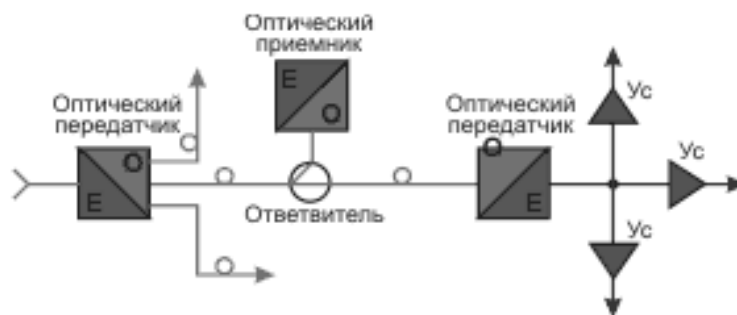


Рисунок 2.1 – Топология технологии FTTB

Технология FTTB имеет не только такие же преимущества, как и технология FTTH, но и дополнительные. Одно из них было отмечено выше. Данное преимущество связано с более низкой стоимостью реализации сети. Кроме того, к преимуществам технологии FTTB стоит отнести повышенную надежность, и возможность реализации на более низких оптических мощностях.

2.3 Технология xDSL

Особенностью технологии xDSL является использование одного канала связи для передачи, как стандартного аналогового сигнала, так и высокочастотного цифрового сигнала связи. Реализация сети связи на базе технологии xDSL осуществляется по обычной телефонной линии с использованием специального DSL-модема [2,8,10]. Типовая схема организация связи по технологии xDSL представлена на рисунке 2.2.

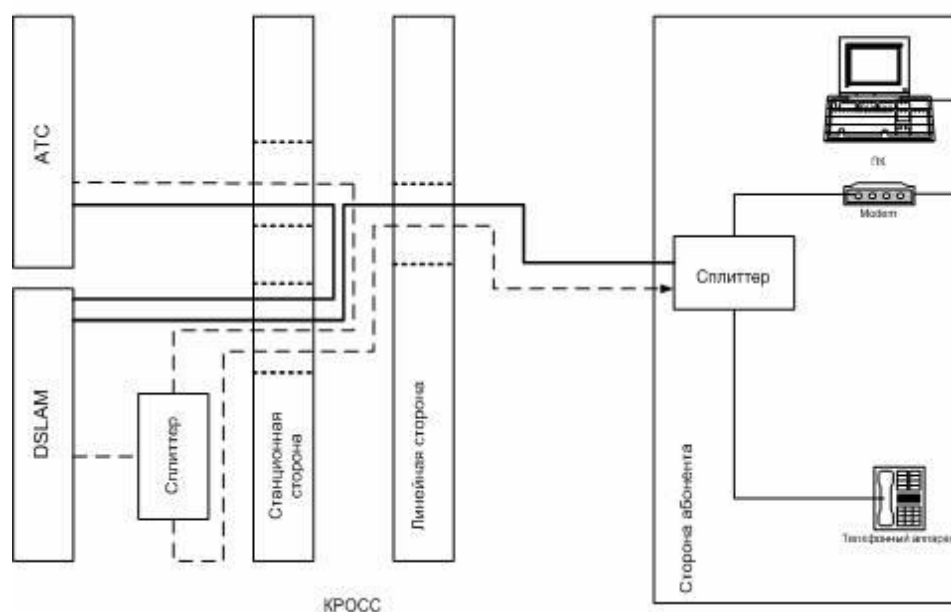


Рисунок 2.2 – Типовая схема организации связи при предоставлении услуги xDSL

xDSL представляет собой семейство технологий, различающихся особенностями использования цифровой линии связи. В настоящее время выделяют несколько разновидностей технологии xDSL, наиболее распространенными из которых являются технологии ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line), RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line), VDSL (Very-high data rate Digital Subscriber Line).

Использование различных принципов передачи информации приводит к тому, что разные технологии семейства имеют различные преимущества и недостатки. Среди всего многообразия технологий наибольшим спросом пользуется технология ADSL, которая позволяет осуществлять одновременную передачу данных и голоса без потери качества. Кроме того, использование технологии ADSL позволяет в качестве линии передачи использовать существующие абонентские телефонные линии. Другим немаловажным преимуществом использования технологии является возможность передачи телевизионного канала. Тем не менее, все остальные технологии семейства xDSL обладают теми же преимуществами, но при этом позволяют обеспечивать более высокие скорости передачи.

2.4 Технология PON

Другой популярной технологией организации связи является технология PON, суть которой заключается в реализации пассивной оптической сети связи. При этом необходимо использование одного приемно-передающего модуля в центральном узле OLT [2,6,8,10,12,13,14,16,17].

Реализация сети связи осуществляется с использованием пассивных оптических разветвителей. Использование технологии PON имеет ряд достоинств и недостатков. Основным достоинством технологии PON является возможность экономии на необходимом числе портов и волоконно-оптических линиях связи. Тем не менее, технология PON обладает рядом немаловажных недостатков, связанных с малой эффективностью в долгосрочной перспективе, проблемами шифрования и потребностью в большой мощности оптического сигнала.

2.5 Беспроводные технологии доступа

Все рассмотренные ранее технологии имеют существенные недостатки, связанные с необходимостью использования проводных линий связи. Поэтому для правильного выбора технологии проектируемой мультисервисной сети связи необходимо также провести анализ существующих беспроводных технологий организации связи, среди которых наибольшую популярность получили технологии WiMAX, Wi-Fi, LTE, RadioEthernet [2,10]. Разные технологии используют различные принципы организации канальных сигналов и передачи информации. Однако все технологии беспроводного доступа имеют единый принцип организации связи, схема которой представлена на рисунке 2.3.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

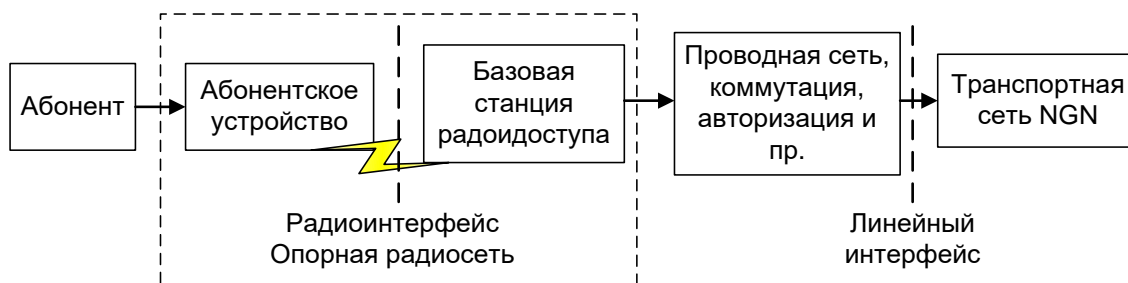


Рисунок 2.3 – Принципиальная схема беспроводной сети связи

Говоря о беспроводных технологиях организации связи, нельзя не отметить основные их преимущества и недостатки. Отсутствие необходимости построения линейно-кабельных сооружений приводит к тому, что беспроводные сети являются более дешевыми по сравнению с проводными. Однако использование воздушных линий связи приводит к ряду недостатков. Первым недостатком является тот факт, что качество передачи данных в беспроводных сетях доступа существенно зависит от погодных условий и от влияния электромагнитных излучений. Другим недостатком является то, что частотный ресурс ограничен, а это значит, что пропускная способность канала зависит от числа пользователей. Еще одним немаловажным недостатком является незащищенность беспроводного канала связи.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 ВЫБОР ПРИНЦИПА ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ

3.1 Выбор технологии реализации мультисервисной сети связи

Проведенный анализ микрорайона «Киселево» г.Тверь и особенностей современных технологий организации связи показал, что для удовлетворения требований пользователей сеть связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь целесообразно использовать технологию PON.

Использование технологий семейства xDSL в данном микрорайоне нецелесообразно, так как в настоящее время в анализируемом микрорайоне отсутствует какая-либо сеть связи. Использование беспроводных технологий организации связи для предоставления мультисервисных услуг в микрорайоне «Киселево» г.Тверь также не представляется целесообразным. Это обусловлено тем, что местность анализируемого микрорайона неровная. Данный аспект приведет к ухудшению качества передачи сигнала при использовании беспроводных линий связи.

Исходя из представленных выше рассуждений, следует, что для реализации предоставления телекоммуникационных услуг целесообразно использовать новые линии связи. Очевидно, что при построении новых линий связи необходимо использовать волоконно-оптические линии связи, что обусловлено необходимостью обеспечения дальнейшего развития и совершенствования проектируемой сети связи.

Сравнение технологий Ethernet и PON применительно к реализации сети связи в анализируемом микрорайоне показывает, что технология Ethernet в микрорайоне «Киселево» г.Тверь будет менее эффективной. Это обусловлено тем, что микрорайон представляет собой преимущественно сельскую местность, где жители удалены друг относительно друга. Отсюда следует, что

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

наиболее эффективным будет построение сети связи на базе использования технологии PON.

3.2 Принцип организации связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Общая архитектура сети, построенная с использованием технологии PON, представлена на рисунке 3.1 [2,6,8,10,12,13,14,16,17,19,20,21].

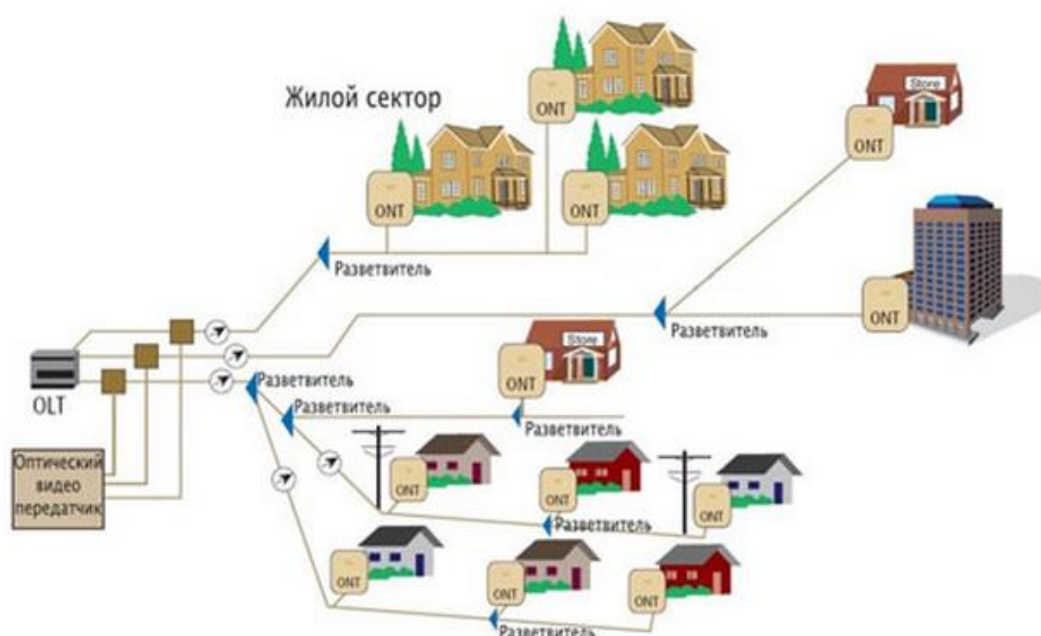


Рисунок 3.1 – Архитектура сети PON

На рисунке 3.1: OLT (optical line terminal) – центральный узел, ONT (optical network terminal) – абонентский узел. OLT, как правило, располагается в центральном офисе. В свою очередь, ONT использует два интерфейса для подключения абонентов и для подключения к дереву.

Для реализации связи с использованием технологии PON необходимо использовать также оптические разветвители, которые являются пассивными оптическими многополюсниками. Назначением оптических многополюсников является распределение и объединение потоков оптического излучения.

Среди стандартов технологии PON выделяют: APON/BPON, EPON, GPON. Различие в технологиях заключается в отличии принципов передачи информации. Если стандарт APON/BPON может поддерживать различные магистральные интерфейсы (SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, SDI PAL, E1 (G.703), Ethernet 10/100Base-TX, FXS), то технология EPON наиболее близка к Ethernet. Кроме того, технология APON/BPON позволяет использовать шифрование с открытым ключом. Что касается технологии GPON, то данная технология представляет собой развитие технологии APON. Технология GPON имеет более широкую полосу пропускания. Кроме того, реализация сети на базе технологии GPON может обеспечить либо одинаковую, либо различную скорость передачи прямого и обратного потока. Исходя из представленных рассуждений, можно сделать вывод, что для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь целесообразно использовать разновидность технологии GPON. Принципиальная схема организации связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь представлена на рисунке 3.2.

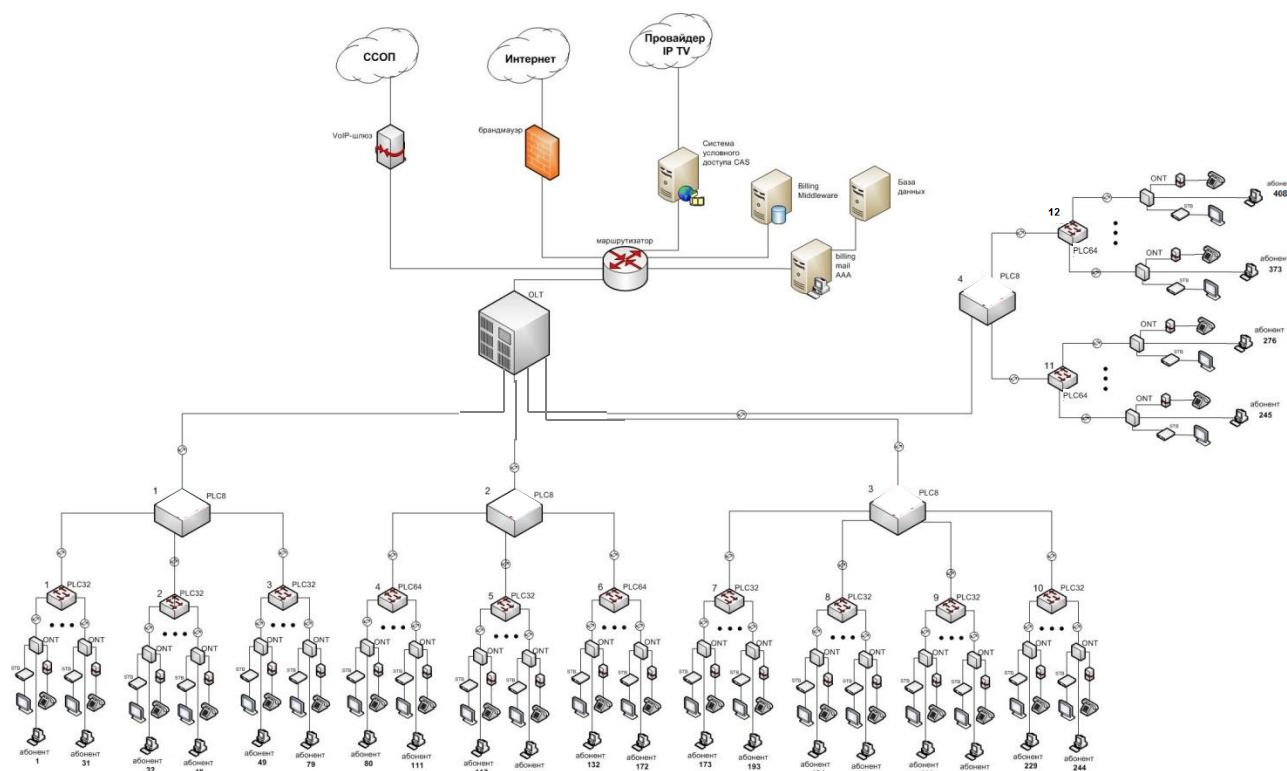


Рисунок 3.2 – Принципиальная схема организации связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Из рисунка 3.2 видно, что проектируемая сеть связи представлена тремя уровнями: ядра, агрегации и доступа. При этом используется звездная топология построения сети связи.

На уровне ядра предполагается использовать маршрутизатор, который будет осуществлять взаимодействие с коммутирующим оборудованием АТС. В рамках данного проекта располагать оборудования ядра предполагается в здании ближайшей АТС, расположенной в г.Тверь.

Для организации уровня агрегации предлагается использовать делители PLC8. Каждый делитель будет обслуживать один сектор, в соответствии с выбранным способом разбиения микрорайона «Киселево» г.Тверь. Исходя из предполагаемого способа разбиение, для реализации проектируемой сети связи необходимо использовать четыре оптических делителя PLC8. Важно отметить, что тип и необходимое число оптических делителей может быть скорректировано в соответствии с результатами оценки нагрузок на различных участках сети связи, а также в соответствии с результатами анализа рынка телекоммуникационного оборудования.

На уровне доступа предлагается использовать 12 оптических делителей PLC. При этом в соответствии с распределением абонентов на территории микрорайона, для реализации мультисервисной сети необходимо использовать оптические делители двух типов: PLC64 и PLC32. Исходя из проведенного анализа, следует что реализации сети необходимо использовать 4 делителя PLC64 и 8 делителей PLC32. Важно отметить, что каждый оптический делитель будет обслуживать абонентов, удаленных не более чем на 1км от самого PLC. Также как и для оборудования уровня агрегации, объем и тип необходимого оборудования будет скорректирован по результатам проведенных расчетов нагрузок.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ

4.1 Расчёт нагрузок на основные узлы доступа и агрегации

В рамках данного проекта необходимо оценить нагрузку на различные участки сети: на уровне доступа и на уровне агрегации. Расчет будет проводиться при условии максимальной нагрузки на оборудование.

При оценке нагрузки на коммутаторы доступа предполагается использование коммутаторов двух видов: PLC32 и PLC64. В рамках данного проекта выполняется расчет для обоих типов оптических делителей.

Для расчета предполагаемой нагрузки необходимо определить требования к пропускной способности сети для каждого вида услуг:

- 1) широкополосный доступ – 21 Мбит/с;
- 2) IPTV – 6 Мбит/с;
- 3) телефония – 64 кбит/с.

При условии максимальной нагрузке на один оптический делитель PLC64 количество пользователей услугами широкополосного доступа и IPTV составляет 42, пользователей телефонии составит 20. Таким образом, полоса пропускания для одного оптического делителя PLC64 должна составлять:

$$42*21+42*6+20*0,064=1135,28\text{Мбит/с.}$$

Для оптического делителя PLC32 максимальная нагрузка будет наблюдаться в случае, если количество пользователей широкополосного доступа и IPTV будет составлять 33, а количество пользователей телефонии – 31. Тогда полоса пропускания для одного оптического делителя PLC32 должна составлять:

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$33*21+33*6+31*0,064=892,984\text{Мбит/с.}$$

Использование технологии PON позволяет обеспечивать такие скорости на участке сети.

Также необходимо оценить нагрузку на оборудование уровня агрегации. В рамках данного проекта предполагается использование 4-х PLC8, по одному на каждый кластер. Расчеты нагрузки также будут осуществляться для каждого кластера.

В рамках данного проекта предполагается, что первый кластер будет обслуживать 82 пользователя широкополосного доступа, 50 пользователей IPTV и 18 пользователя телефонии. В этом случае полоса пропускания коммутатора агрегации первого кластера должна составлять:

$$82*21+50*6+18*0,064=1722+300+1,152=2023,152\text{Мбит/с.}$$

Исходя из того, что вторым кластером предполагается обслуживание 95 пользователей широкополосного доступа, 53 пользователей IPTV и 20 пользователя телефонии, полоса пропускания оптического делителя этого кластера должна составлять:

$$95*21+53*6+20*0,064=1995+318+1,28=2314,28\text{Мбит/с.}$$

Аналогично производятся расчеты для третьего кластера, который должен обслуживать 75 пользователя широкополосного доступа, 38 пользователя IPTV и 13 пользователей телефонии. Тогда полоса пропускания оптического делителя этого кластера должна составлять:

$$75*21+38*6+13*0,064=1575+228+0,832= 1803,832\text{Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для четвертого кластера, который должен обслуживать 156 пользователя широкополосного доступа, 99 пользователя IPTV и 31 пользователей телефонии, полоса пропускания оптического делителя должна составлять:

$$156*21+99*6+31*0,064=3276+594+1,984= 3871,98\text{Мбит/с.}$$

Таким образом, максимальная нагрузка на оборудование уровня агрегации будет составлять 3,8 Гбит/с. Оборудование сетей связи, построенных по технологии PON, поддерживает такие скорости передачи.

Таким образом, общая нагрузка на сеть составляет порядка 10 Гбит/с.

4.2 Расчет трафика проектируемой МСС

Для корректной оценки трафика для предоставления услуг связи, необходимо использовать статистические показатели, оцененные на основе анализа рынка российской связи. В таблице 4.1 представлены исходные данные, определенные при выборе принципа организации связи, и статистические данные, необходимые для оценки трафика в проектируемой мультисервисной сети связи.

Таблица 4.1 – Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение Вызов/с
1	2	3
Количество сетевых узлов для подключения абонентов, пользующихся услугой Triple Play	$N_{уз}$	4
Число абонентов сети	$N_{аб}$	408
<i>Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play в первом кластере</i>		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.1}$	82
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.1(Int.)}$	82
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.1(VoIP)}$	18
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.1(IP-TV)}$	50

Окончание таблицы 4.1

1	2	3
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play во втором кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.2}$	95
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.2 (Int.)}$	95
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.2 (VoIP)}$	20
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.2(IP-TV)}$	53
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play в третьем кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.3}$	75
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.3 (Int.)}$	75
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.3 (VoIP)}$	13
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.3(IP-TV)}$	38
Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play в четвертом кластере		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.3}$	156
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.3 (Int.)}$	156
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.3 (VoIP)}$	31
Число абонентов, пользующихся услугой IP-TV	$N_{аб.3(IP-TV)}$	99
Необходимые значения параметров для расчета трафика		
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой Internet в единицу времени	$\gamma_{аб.(Int.)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000339
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой IP-телефонии в ед. врем.	$\gamma_{аб.(VoIP)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000573
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой IP-TV в единицу времени	$\gamma_{аб.(IP-TV)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000688
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой Internet	$T_c (Int.)$, [с]	0,03
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой IP-телефонии	$T_c (VoIP)$, [с]	90
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой IP-TV	$T_c (IP-TV)$, [с]	0,9
Коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи	K_1	0,3
Коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i -ым узлом к узлам проектируемой сети	K_2	0,2
Коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i -ым узлом к узлам другой сети	K_3	0,42

Расчет трафика генерируемого абонентами сети для 1-3 сетевых узлов осуществляется в соответствии со следующим алгоритмом.

1. Расчет математического ожидания числа пакетов.

$$\gamma_i^{(k)} = N_{аб.i}^{(k)} \cdot \gamma_{аб.i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)}, \quad (4.1)$$

где i – узел, k – услуга, $N_{аб.i}^{(k)}$ - количество абонентов k -ой услуги на i -ом узле,

$\gamma_{аб.i}^{(k)}$ - интенсивность заявок, поступивших от абонента k -ой услуги в единицу времени на i -ом узле, $T_c^{(k)}$ - средняя длительность сеанса связи абонента k -ой услуги в единицу времени.

$$\gamma_{1(Int.)} = 82 * 0,0000339 * 0,03 = 0,00008339 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{1(VoIP)} = 18 * 0,0000573 * 90 = 0,092826 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{1(IP-TV)} = 50 * 0,0000688 * 0,9 = 0,003096 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2(Int.)} = 95 * 0,0000339 * 0,03 = 0,000096615 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2(VoIP)} = 20 * 0,0000573 * 90 = 0,10314 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2(IP-TV)} = 53 * 0,0000688 * 0,9 = 0,00328176 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3(Int.)} = 75 * 0,0000339 * 0,03 = 0,000076275 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3(VoIP)} = 13 * 0,0000573 * 90 = 0,067041 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3(IP-TV)} = 38 * 0,0000688 * 0,9 = 0,00235296 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4(Int.)} = 156 * 0,0000339 * 0,03 = 0,0001586 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4(VoIP)} = 31 * 0,0000573 * 90 = 0,1598 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4(IP-TV)} = 99 * 0,0000688 * 0,9 = 0,00613 \text{ [бит/с]}$$

2. Расчет математического ожидания числа пакетов, генерируемых абонентами i -ого узла связи.

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^k \gamma_i^{(k)}, \text{ бит/с} \quad (4.2)$$

$$\gamma_{\Sigma 1} = 0,00008339 + 0,092826 + 0,003096 = 0,096 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{\Sigma 2} = 0,000096615 + 0,10314 + 0,00328176 = 0,106518375 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{\Sigma 3} = 0,000076275 + 0,067041 + 0,00235296 = 0,06947 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{\Sigma 4} = 0,0001586 + 0,1598 + 0,00613 = 0,1660886 \text{ [бит/с]}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Распределение пакетов из всего числа пакетов, генерируемых узлом i .

3.1. Расчет потока пакетов замыкаемого на данном узле связи.

$$\gamma_{зам.i} = K_{1i} \cdot \gamma_{\Sigma i} \quad (4.3)$$

где K_1 – коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи

$$\gamma_{1зам.} = 0,3 \cdot 0,096 = 0,0288 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2зам.} = 0,3 \cdot 0,106518375 = 0,0319 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3зам.} = 0,3 \cdot 0,06947 = 0,02 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4зам.} = 0,3 \cdot 0,1660886 = 0,0498 \text{ [бит/с]}$$

3.2. Расчет потока пакетов, генерируемого i -ым узлом к узлам проектируемой сети.

$$\gamma_{выд.i} = K_{2i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (4.4)$$

где K_2 – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i -ым узлом к узлам проектируемой сети

$$\gamma_{1выд.} = 0,2 \cdot 0,096 = 0,0192 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2выд.} = 0,2 \cdot 0,106518375 = 0,021 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{3выд.} = 0,2 \cdot 0,06947 = 0,01389 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4выд.} = 0,2 \cdot 0,1660886 = 0,033 \text{ [бит/с]}$$

3.3. Расчет доли пакетов, генерируемых i -ым узлом к узлам другой сети.

$$\gamma_{др.с.i} = K_{3i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (4.5)$$

где K_3 – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i -ым узлом к узлам другой сети

$$\gamma_{1др.с.} = 0,42 \cdot 0,096 = 0,04 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{2др.с.} = 0,42 \cdot 0,106518375 = 0,044 \text{ [бит/с]}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\gamma_{3\text{др.с.}}=0,42*0,06947=0,029 \text{ [бит/с]}$$

$$\gamma_{4\text{др.с.}}=0,42*0,1660886=0,069 \text{ [бит/с]}$$

4.3 Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений связи

Расчет количества оборудования для проектируемой сети в простейшем случае осуществляется в соответствии с выражением:

$$N_{\text{обор.}} = N_{\text{аб-ов}} / N_{\text{портов}}, \quad (4.6)$$

где $N_{\text{обор}}$ - количество оборудования,

$N_{\text{аб-ов}}$ - количество абонентов,

$N_{\text{портов}}$ - количество портов в оборудовании.

Однако необходимо также учитывать размещение абонентов для того, чтобы обеспечить меньший объем затрат на линейно-кабельные сооружения, а также обеспечить требуемое качество передачи данных.

Исходя из распределения абонентов на территории микрорайона «Киселево» г.Тверь, как было отмечено ранее, на уровне агрегации целесообразно использовать 4 оптических делителя PLC, по одному на каждый кластер.

На уровне доступа целесообразно использовать оборудование на 64 отвода во втором и четвертом кластере и на 32 отвода – в первом, втором и третьем кластере.

Исходя и предполагаемого количества абонентов и рассчитанного числа оборудования для реализации уровня доступа, на уровне агрегации целесообразно использовать оптические делители с 8 отводами. Это также позволит обеспечить возможность дальнейшего наращивания сети.

Для расчета объемов линейно-кабельных сооружений необходимо

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оценить протяженность улиц. Как было отмечено ранее, при условии разбиения на 4 кластера максимальное расстояние от оборудования доступа до оборудования абонента будет составлять не более 1 км. Таким образом, для реализации проектируемой мультисервисной сети на уровне доступа необходимо использование порядка 10 км. Следует также учитывать необходимость прокладки линии связи от оборудования агрегации к оборудованию уровня ядра. Учитывая, что ближайшая АТС расположена на расстоянии 5 км от микрорайона, требуемый объем линии связи составит порядка 8 км. Таким образом, общая протяженность линейно-кабельных сооружений для проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь составит $10\text{км}+8\text{км}=18\text{км}$.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

5.1 Выбор оборудования доступа

Выбирая оборудование необходимо обеспечивать выполнение требований, предъявляемых к сети связи. Говоря о требованиях к оборудованию, следует отметить необходимое число отводов делителей. На основе проведенных расчетов следует, что для реализации сети необходимо использовать оптические делители, имеющие по 32 и по 64 отвода. Анализ рынка телекоммуникационного оборудования показал, что оптимальным в смысле отношения цена/качество являются оптические делители -PLC-1x64-SC/APC и NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9 [4,5]. Характеристики выбранного оборудования представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1 – Характеристики оптических делителей SNR-PLC-1x64-SC/APC

Тип PLC делителя		1×64
Рабочий диапазон		1260-1650nm
Вносимые потери (dB)		21
Воспроизводимость (dB)*		21.5
Направленность (dB)		55
Возвратные потери (dB)	UPC(min)	45
	APC(min)	50
Зависимость вносимых потерь от изменения поляризации Polarization Depend Loss (PDL)		0.4
Зависимость вносимых потерь от изменения длины волны Wavelength Dependent Loss		0.5
Зависимость вносимых потерь от изменения температуры Temperature Dependent Loss		0.5
Тип оптического волокна		Corning SMF-28e
Рабочая температура (C)		-40~85
Температура хранения (C)		-40~85

Таблица 5.2 – Характеристики оптического делителя NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9

Делитель	1x32
Вносимое ослабление (дБ)	17
LOSS Uniformity (дБ)	1,5
Обратные потери (дБ)	50/55
Направленность (дБ)	55
PDL (дБ)	0,3
Потери в зависимости от длины волны не более (дБ)	0,3
Температурная нестабильность не более (дБ)	0,4
Рабочая температура (С)	от -40 до +85
Рабочие длины волн (нм)	1260-1650
Тип волокна	SMF-28e(G652D)
Возможны варианты поставки с устанавливаемыми разъемами	SC/UPC, FC/UPC, ST/UPC, SC/APC, FC/APC, ST/APC, LC/UPC, LC/APC

Важно также отметить, что для установки оптических делителей необходимо также использовать защитные антивандальные шкафы. Для выбора защитных шкафов необходимо знать габариты используемых оптических делителей. Так используемый делитель SNR-PLC-1x64-SC/APC имеет габариты 141x115x15, а делитель NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9 – 120x80x18.

5.2 Выбор оборудования агрегации

Реализацию уровня агрегации решено осуществлять при использовании оптических делителей с 8 отводами. Анализ рынка телекоммуникационного оборудования показал, что для реализации уровня агрегации в проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь целесообразно использовать оптический делитель SNR-PLC-1x8-SC/APC, характеристики которого представлены в таблице 5.3 [4].

Таблица 5.3 – Характеристики оптического делителя SNR-PLC-1x8-SC/APC

Тип PLC делителя		1×8
Рабочий диапазон		1260-1650nm
Вносимые потери (dB)		11
Воспроизводимость (dB)*		11
Направленность (dB)		55
Возвратные потери (dB)	UPC(min)	45
	APC(min)	50
Зависимость вносимых потерь от изменения поляризации Polarization Depend Loss (PDL)		0.3
Зависимость вносимых потерь от изменения длины волны Wavelength Dependent Loss		0.5
Зависимость вносимых потерь от изменения температуры Temperature Dependent Loss		0.5
Тип оптического волокна		Corning SMF-28e
Рабочая температура (С)		-40~85
Температура хранения (С)		-40~85

Также как и при организации уровня доступа для построения уровня агрегации мультисервисной сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь необходимо использовать антивандальные шкафы. При этом необходимо учитывать габариты применяемого на уровне агрегации оптического делителя, которые составляют 111x82x12.

5.3 Выбор оборудования ядра

Реализацию уровня ядра в проектируемой мультисервисной сети связи предполагается осуществлять с использованием маршрутизатора. На основе анализа рынка телекоммуникационного оборудования было решено использо-

вать в качестве оборудования уровня ядра маршрутизатор Cisco 7604, характеристики которого представлены в таблице 5.4 [3,4,5].

Таблица 5.4 – Характеристики маршрутизатора Cisco 7604

Серия	7600 Series
Требования к питанию	208 - 240 VAC
Вес (фунт)	40
Электромагнитные излучения	FCC Part 15 (CFR 47) Class A, ICES-003 Class A, EN55022 Class A, CISPR22 Class A, AS/NZS 3548 Class A, VCCI Class A, EN55024, ETS300 386, EN50082-1, EN61000-3-2, EN61000-3-3
Диапазон относительной влажности при хранении (%)	5 — 95
Размеры (ШxГxВ) (мм)	444.5 × 552.5 × 222.3
Слоты расширения	4
Диапазон рабочей относительной влажности (%)	10 — 85
Диапазон рабочих температур (°C)	0 — 40
Требования по питанию от постоянного тока	-48 - -60 VDC
Диапазон температуры хранения (°C)	-20 — 65
Вес (г)	18140
Монтаж в стойку	5U
Рабочая высота (м)	-152.4 — 1981
Категория Cisco	Cisco 7604 Systems
Серия	Cisco 7600 Series Router
Сервисная категория	N/A
Рабочая высота (м)	-152.4

Данное оборудование предполагается устанавливать в здании ближайшей АТС, а это значит, что оно не нуждается в использовании защитных шкафов.

5.4 Выбор серверного оборудования

Для реализации сети также необходимо выбрать серверное оборудование,

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

которое будет осуществлять управление сетью, выполнять функции аутентификации, авторизации, биллинга и т.д.

В рамках данного проекта в качестве биллинговой системы решено выбрать систему Depo storm 3300G2.

Высокопроизводительный сервер на базе набора микросхем Intel® 5520 + ICH10R, который предусматривает установку одного либо двух процессоров Intel® Xeon® 5600.

Для взаимодействия компонентов сети с оборудованием Cisco целесообразно использовать протокол RADIUS [21].

В качестве оборудования IPTV рекомендуется использовать платформу NetUP IPTV Combine 4x.

NetUP IPTV Combine 4x – это универсальное решение для вещания мультимедийного контента. Система Middleware второго поколения с низкоуровневой интеграцией приставок предоставляет пользователю быстрый и функциональный интерфейс управления интерактивным телевидением. На данный момент поддерживаются такие приставки, как AmiNET 110/125/130, D-Link DIB-120, Teletec MAG 200, Telergy T501, Hansun HS6020H и другие. Применение описанного решения позволяет предоставлять различные сервисы, в частности, DVB-IP стример (DVB-to-IP gateway), VoD/nVoD, Middleware, EPG, DHCP, DNS, IGMP, интеграцию с отдельными PMS-системами (опционально).

5.5 Выбор абонентского оборудования

Не маловажным элементом сети PON является абонентское оборудование. В рамках данного проекта предполагается использование высокопроизводительных многофункциональных абонентских терминалов ONT NTP. Использование данного оборудования позволяет осуществлять доступ к современным услугам телефонии и высокоскоростному интернету. Используемые абонент-

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ские терминалы серии RG позволяют предоставлять пользователям широкие возможности работы с локальных сетях [3].

Параметры интерфейса PON

- 1 порт GPON
- Соответствие ITU-T G.984.2, FSAN Class A+
- Тип разъема - SC/APC
- Среда передачи - оптоволоконный кабель SMF- 9/125, G.652
- Коэффициент разветвления - до 1:64
- Максимальная дальность - 12 км
- Передатчик: 1320 nm
- Data Rate: 1250 Mb/s
- Average Launch Power: -3...+4 dBm
- Spectral Width (RMS): 2 nm
- Приемник: 1500 nm
- Data Rate: 2500 Mb/s
- Receiver Sensitivity: -22 dBm with BER better than or equal to 1.0×10^{-10}
- Receiver Optical Overload: -2 dBm

Параметры интерфейсов LAN

- 2 порта Ethernet 10/100/1000 Base-T(RJ-45)

Физические характеристики и условия окруж. среды

- Габариты - 149x105x38 мм, настольное исполнение
- Напряжение питания адаптера - 220В/12В
- Потребляемая мощность - 14 Вт,
- Рабочий диапазон температур от +5° до +40°С
- Относительная влажность до 82%

Поддержка стандартов

- ITU-T G.988 omci specification

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- ITU-T G.984.x - GPON
- IEEE 802.1D
- IEEE 802.1Q
- IEEE 802.1P

Функциональные характеристики

- Поддержка TR-069
- Работа в режиме «моста» или «маршрутизатора»
- Поддержка PPPoE (auto, PAP, MSCHAP и CHAP авторизация)
- Поддержка IPoE (DHCP-client и static)
- DHCP-сервер на стороне LAN
- Поддержка DNS (Domain Name System)
- Поддержка DynDNS (Dynamic DNS)
- Поддержка UPNP (Universal Plug and Play)
- Поддержка NAT (Network Address Translation)
- Поддержка NTP (Network Time Protocol)
- Поддержка механизмов качества обслуживания QoS
- Поддержка IGMP Snooping
- Поддержка IGMP Proxy
- VLAN в соответствии с IEEE802.1Q

Поддержка функций безопасности

- Ограничение скорости на портах
- AES шифрование
- FEC кодирование

5.6 Выбор волоконно-оптического кабеля связи

Для организации линий связи в проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона «Киселево» г.Тверь предлагается использовать кабель

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производства ОАО "Коркаб" по ТУ 3587-001-88083123-2010 марки ТОС-П-16У-7кН [3,4,5].

Выбранный кабель связи предназначен для прокладки в грунт, включая болота и неглубокие несудоходные реки, в кабельной канализации, трубах, лотках, блоках, тоннелях, коллекторах, по мостам и эстакадам, между зданиями и сооружениям, внутри зданий (см. рисунок 5.1).

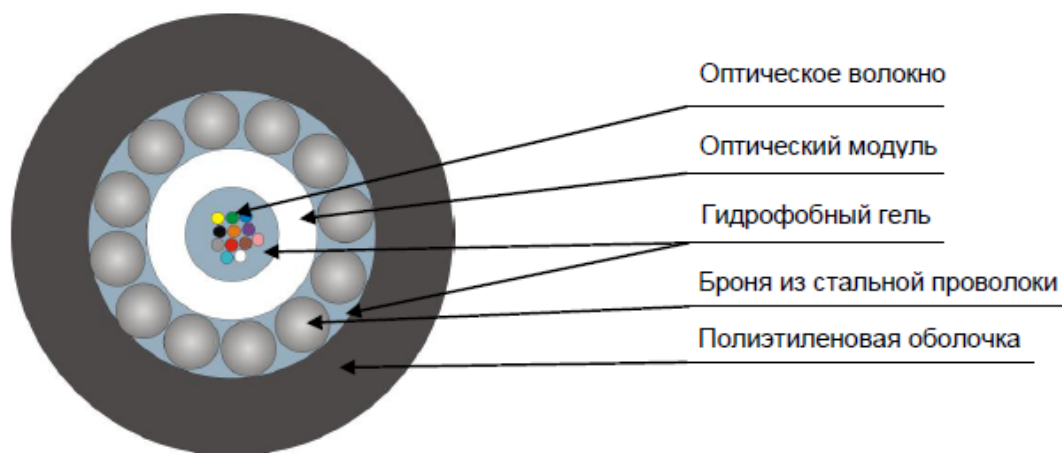


Рисунок 5.1 – ОК марки ТОС-П-16У-7кН

Маркировка наносится на каждый метр кабеля. Пример маркировки кабеля: Оптический кабель КОРКАБ ТОС П 16У 7 кН 2014 0001 м [9]. В таблице 5.5 представлены параметры эксплуатации выбранного кабеля связи.

Таблица 5.5 - Параметры эксплуатации

Рабочая температура	-50°С...+70°С
Температура монтажа	-30°С...+50°С
Температура транспортировки и хранения	-50°С...+50°С
Минимальный радиус изгиба	не менее 15 диаметров кабеля
Срок службы	25 лет
Минимальный радиус изгиба оптического волокна	не менее 3 мм (в течение 10 мин)

6 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ «КИСЕЛЕВО» Г.ТВЕРЬ

6.1 Рекомендации по размещению телекоммуникационного оборудования в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Как было отмечено ранее, реализация проектируемой сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь предполагает организацию трех уровней: ядра, агрегации, доступа. При такой реализации оборудование уровня ядра необходимо размещать в здании ближайшей АТС, расположенной в г.Тверь. В рамках данного проекта к оборудованию уровня ядра относится именно мультисервисный узел OLT Eltex MA4000-PX и маршрутизатор Cisco 7604. Схема размещения оборудования в аппаратном зале АТС представлена на рисунке 6.1

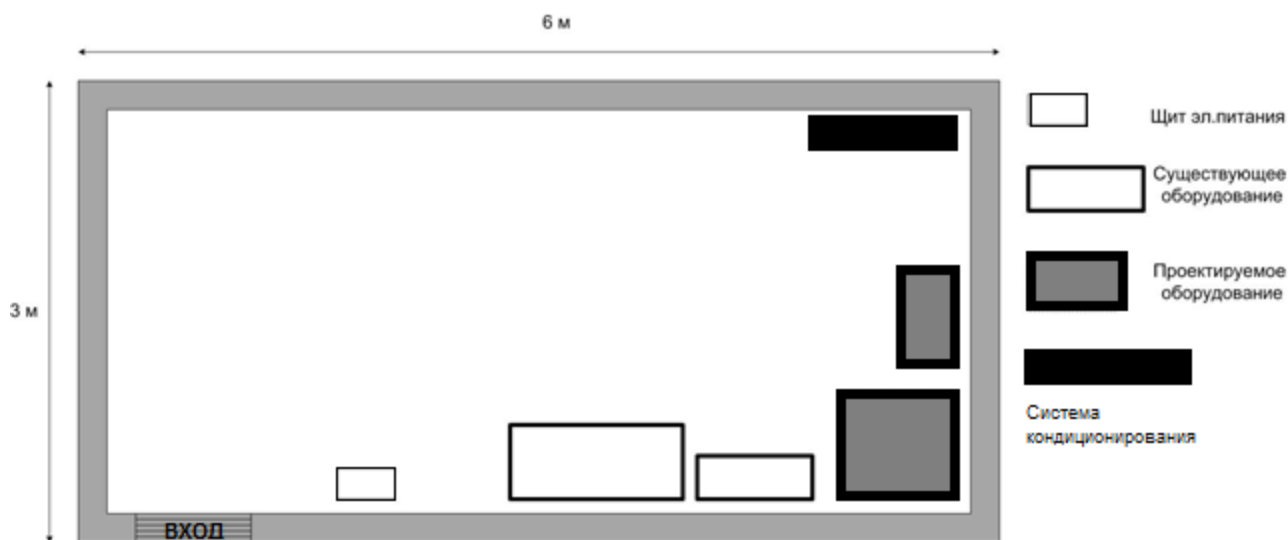


Рисунок 6.1 – Схема размещения оборудования уровня ядра в здании АТС

На рисунке 6.2 представлена схема организации связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.

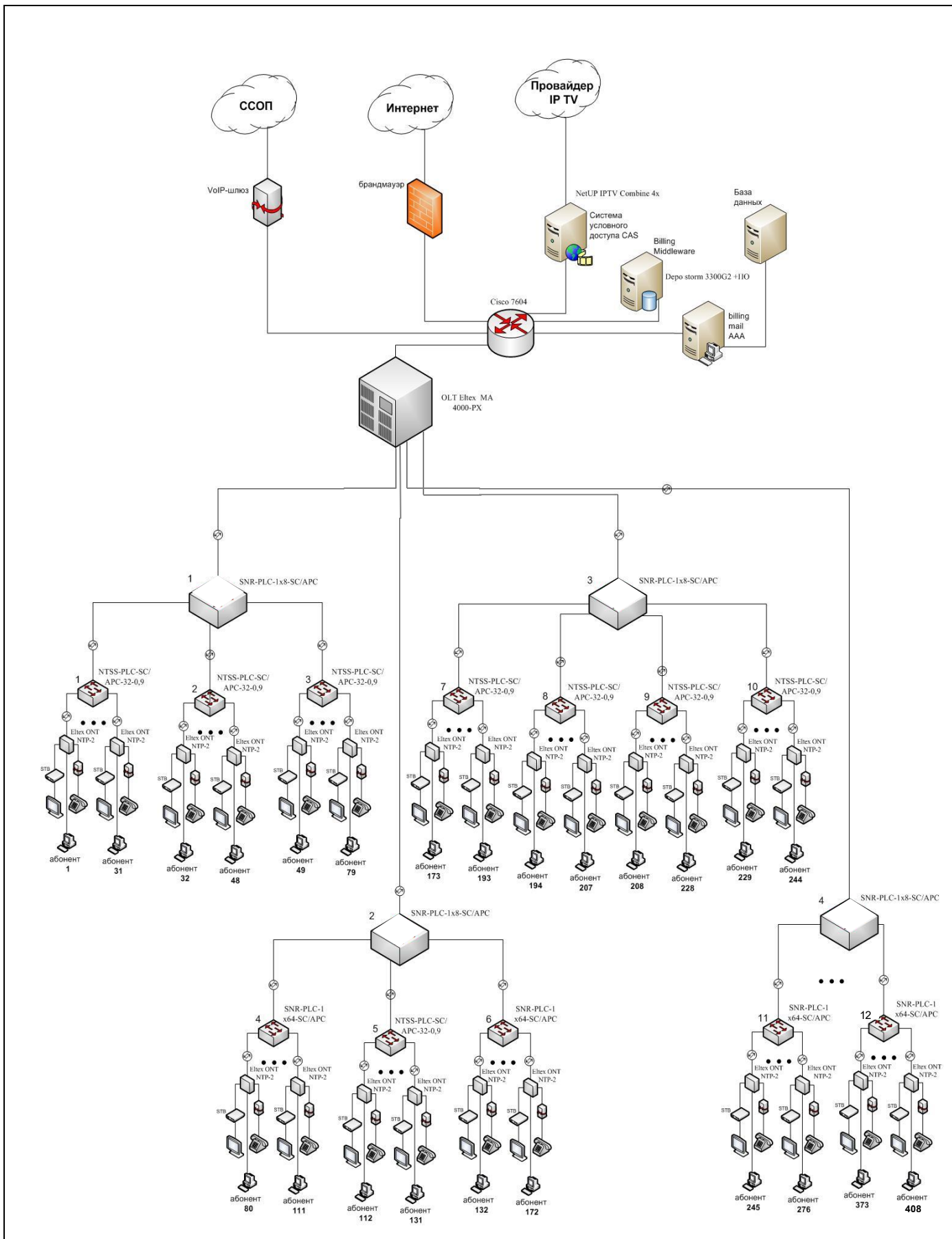


Рисунок 6.2 – Проектируемая схема мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.059.ПЗВКР

Лист

38

Уровень агрегации проектируемой сети связи организуется с использованием четырех оптических делителей SNR-PLC-1x8-SC/APC. Данное оборудование через специальные интерфейсы подключается к OLT. Оборудование уровня агрегации предполагается размещать на территории микрорайона. При этом необходимо использовать антивандальные защитные шкафы для защиты оборудования от всевозможных механических воздействий.

Оборудование уровня доступа, представляющее собой 12 оптических делителей по 32 и 64 оптических порта, также предполагается размещать на территории микрорайона. В рамках данного проекта решено использовать 4 оптических планарных делителя SNR-PLC-1x64-SC/APC и 8 оптических планарных делителя NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9. Все оборудование сети подключается с использованием топологии звезда.

От оборудования уровня доступа сигнал по волоконно-оптическим линиям связи передается к абонентскому оборудованию, в качестве которого рекомендуется использовать терминалы Eltex ONT NTP-2. Помимо абонентских терминалов на стороне абонента также может быть установлено одно или несколько оконечных устройств, представляющих собой телевизор, IP-телефон или компьютер. Важно также отметить, что для подключения телевизора необходимо использовать приставку STB, а в случае использования обычного телефона, необходимо использовать VoIP-шлюз.

6.2 Рекомендации по построению линейно-кабельных сооружений в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Сети с использованием технологии PON строятся на базе волоконно-оптических линий связи. В микрорайоне «Киселево» г.Тверь отсутствует сеть связи, поэтому для организации предоставления мультисервисных услуг здесь необходимо осуществить прокладку волоконно-оптических кабелей связи. В

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

рамках данного проекта предполагается использование подвеса для прокладки волоконно-оптических линий связи. Схема трассы прокладки кабеля в микрорайоне «Киселево» г.Тверь представлена на рисунке 6.3.

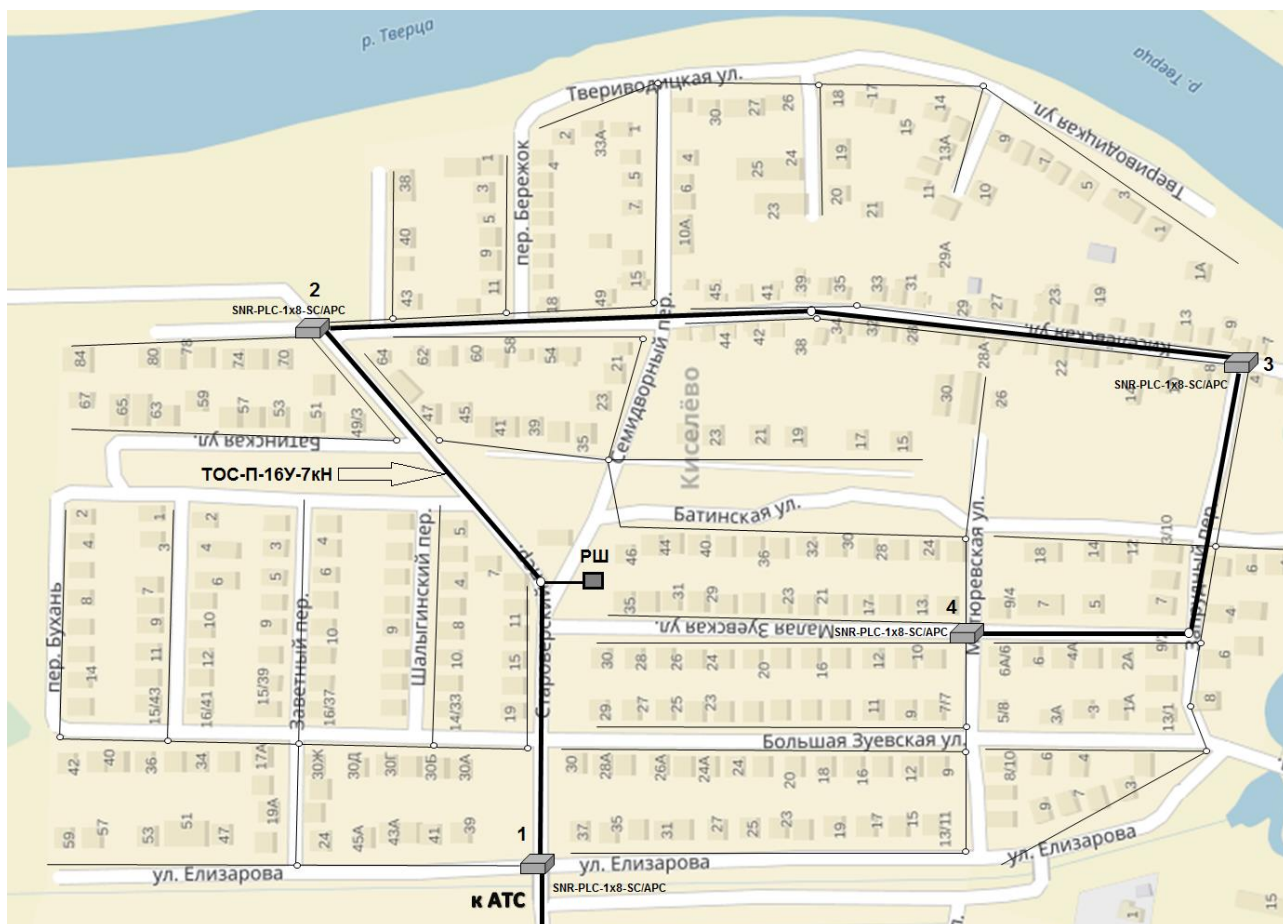


Рисунок 6.3 – Схема трассы прокладки кабеля в микрорайоне «Киселево» г.Тверь

Подвешивать волоконно-оптический кабель в микрорайоне «Киселево» г.Тверь предполагается на опорах наружного освещения.

С помощью узлов крепления и зажимов подвешивается волоконный кабель, устанавливаются отводные муфты, каждая из которых обеспечивает ответвление шести волокон кабеля в сторону абонентов. С помощью сварочного соединения в муфте эти волокна соединяются с drop-кабелем, который также по опорам внешнего освещения подводится к каждому дому. В здания предполагается ввод кабеля через верхние этажи.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

7.1 Оценка капитальных вложений в проект

К капитальным вложениям относятся все затраты, вносимые на первоначальном этапе строительства сети, и имеющие единовременный характер. Инвестиции в оборудование по проекту и на ввод оборудования в эксплуатацию складываются из следующих составляющих:

1. стоимость оборудования;
2. установка и монтаж оборудования;
3. стоимость кабеля;
4. транспортные расходы (тара и упаковка, таможенные расходы);
5. прочие затраты (техническая документация, обучение специалистов, страховка);
6. прочие непредвиденные расходы.

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования могут быть вычислены по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (7.1)$$

где $K_{об}$ – суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб; K_i – общая стоимость одной позиции (типа оборудования); N – количество позиций.

Затраты на строительство проектируемой мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь составляют согласно сметной стоимости строительства данного объекта.

Затраты на приобретение и монтаж стационарного оборудования, а также

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

стоимость волоконно-оптического кабеля определяются на контрактной и договорной основе с заказчиком и подрядчиком, что является коммерческой тайной предприятия, поэтому используются ориентировочные цены.

Размещение оборудования производится на существующих площадях, поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены.

Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы [3,4,5]

Наименование	Количество	Стоимость	Стоимость
	единиц	за единицу руб.	всего в руб.
1	2	3	4
Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x8-SC/APC	4	1 300	5 200
Делитель оптический планарный NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9	8	5 800	46 400
Делитель оптический планарный SNR-PLC-1x64-SC/APC	4	12 000	48 000
Мультисервисный узел OLT Eltex MA4000-PX	1	74 000	74 000
Абонентский терминал Eltex ONT NTP-2	408	2900	1 183 200
Маршрутизатор Cisco 7604	1	86 000	86 000
Биллинг сервер Depo storm 3300G2 +ПО	1	141 000	141 000
NetUP IPTV Combine 4x	1	252 000	252 000
Оплата разработки проекта		210 000	210 000
Всего			2 045 800

Необходимо также учесть строительно-монтажные расходы $K_{смр}$, которые составляют порядка 20% от стоимости оборудования; затраты на тару и упаковку $K_{м/у}$, составляющие 0,5% от стоимости оборудования; затраты на транспортные расходы $K_{тр}$, составляющие 4% от стоимости оборудования; заготовительно-складские затраты $K_{зсз}$, составляющие порядка 1,2% от

стоимости оборудования; непредвиденные расходы $K_{нр}$, составляющие порядка 3% от стоимости оборудования.

Тогда капитальные вложения в оборудование, материалы и строительномонтажные работы составят порядка:

$$KB_{об} = K_{об} + K_{смп} + K_{т/у} + K_{тр} + K_{зсз} + K_{нр} = 2\,045\,800 + 2\,045\,800 * 0,2 + 2\,045\,800 * 0,005 + 2\,045\,800 * 0,04 + 2\,045\,800 * 0,012 + 2\,045\,800 * 0,03 = 2\,632\,945 \text{руб.}$$

Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Затраты на строительство линейно-кабельных сооружений [22]

Наименование	Количество единиц	Стоимость за единицу в руб	Стоимость всего в руб.
Оптический кабель ТОС-П-16У-7кН (за 1 км)	18	40 000	720 000
Стоимость строительномонтажных работ	18	130 000	2 340 000
Тара и упаковка 0,5%	-	-	10 229
Транспортные расходы 4%	-	-	81 832
Заготовительно-складские, 1,2%	-	-	24 550
Итого:			3 176 611

Расходы по таре и упаковке, транспортные и заготовительно-складские рассчитываются по соответствующим процентам от суммы затрат на покупку линейно-кабельных сооружений.

Тогда объем капитальных вложений в монтаж и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений составляет:

$$KB_{ЛКС} = 3\,176\,611 \text{руб.}$$

Таким образом, общий планируемый объем инвестиций (капитальных

вложений) в проект составляет:

$$KB = KB_{об} + KB_{ЛКС} = 2\,632\,945 + 3\,176\,611 = 5\,809\,556 \text{ руб.}$$

7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эти расходы имеют текущий характер.

Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном выражении.

Для определения эксплуатационных расходов по проекту были использованы следующие статьи:

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Данное оборудование не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала на всех узлах сети. Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию стационарного оборудования приведен в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Состав персонала по обслуживанию стационарного оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб./мес.
Инженер	23000	1	23000
ИТОГО		1	23 000

Годовой фонд оплаты труда для стационарного персонала составит:

$$\text{ФОТ}_{\text{Год}} = \text{СЗП} \cdot 12 \cdot 1,2 \quad (7.2)$$

где 12 – количество месяцев в году;

1,2 – размер премии (20 %);

Общий годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ}^{\text{год}} = 23\,000 \cdot 12 \cdot 1,2 = 331\,200 \text{ руб.}$$

Страховые взносы составляют 30 % от Фонда оплаты труда (ФОТ) и рассчитывается по формуле :

$$\text{СВ} = 0,30 \cdot \text{ФОТ}_{\text{Год}} = 0,30 \cdot 331\,200 = 99\,360 \text{ руб.} \quad (7.3)$$

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, переносимой на вновь созданную продукцию (услугу), в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Величина амортизационных отчислений определяется установленной долей ежегодных отчислений (норма амортизации) от стоимости основных средств.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле (7.4):

$$\text{АО}^{\text{год}} = \frac{\Phi_{\text{перв}} \cdot H_a}{100\%}, \quad (7.4)$$

где $\Phi_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям); H_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

Необходимо также вычесть стоимость строительно-монтажных работ, так как

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

амортизация на них не начисляется.

Таким образом, амортизационные отчисления равны:

$$AO \text{ год} = 1\,914\,571 \cdot 5 / 100 = 95\,728 \text{ руб.}$$

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

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

$$Z_{ЭН} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \quad (7.5)$$

где $T = 4,3$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию,

$P = 4$ кВт - мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 4,3 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 4 = 150\,672 \text{ руб.}$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле:

$$Z_M = \frac{ОПФ \cdot 3,5\%}{100\%}, \quad (7.6)$$

где ОПФ - это основные производственные фонды (капитальные вложения)

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 5\,809\,556 \cdot 3,5 / 100 = 203\,335 \text{ руб.}$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{ЭН}} + Z_{\text{М}} = 150\,672 + 203\,335 = 354\,007 \text{ руб.} \quad (7.7)$$

Прочие расходы предусматривают общие производственные ($Z_{\text{пр}}$) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ($Z_{\text{эк}}$):

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (7.8)$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (7.9)$$

Подставив значения в формулы (7.8) и (7.9), можно рассчитать:

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 * 331\,200 \text{ руб.} = 49\,680 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 * 331\,200 \text{ руб.} = 82\,800 \text{ руб.}$$

Таким образом, прочие расходы:

$$Z_{\text{прочие}} = 49\,680 + 82\,800 \text{ руб.} = 132\,480 \text{ руб.}$$

Отчисления на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) 1,5 % от всей суммы эксплуатационных расходов.

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сведены в таблицу 7.4

Таблица 7.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	% от общей суммы
1. ФОТ	331 200	30
2. Страховые взносы	99 360	9
3. Амортизационные отчисления	95 728	9,5
4. Материальные затраты	354 007	38
5. Прочие расходы	132 480	12
Итого:	1 012 775	98,5
НИОКР	15 192	1,5
Всего	1 027 967	100

7.3 Определение тарифных доходов

Для оценки экономической эффективности необходимо определить тарифные доходы от подключения абонентов.

Тарифные доходы делятся на:

- разовые доходы (подключение новых абонентов);
- текущие доходы (абонентская плата).

В рамках данного проекта предполагается покупка абонентского оборудования, поэтому стоимость тарифных доходов завышена.

В рамках данного проекта предполагается поэтапное подключение абонентов в течение 5 лет. Предполагается, что в первый год подключится 50% абонентов. Во второй год – 20%. А во все последующие года по 10%.

В таблицах 7.5–7.9 представлены доходы от подключения абонентов по годам.

Таблица 7.5 – Доходы от подключения абонентов 1-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>204</i>	<i>204,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>1</i>	<i>1,500</i>
ИТОГО:			205,500

Таблица 7.6 – Доходы от подключения абонентов 2-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>83</i>	<i>83,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
ИТОГО:			83,000

Таблица 7.7 – Доходы от подключения абонентов 3-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>41</i>	<i>41,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
ИТОГО:			41,000

Таблица 7.8 – Доходы от подключения абонентов 4-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>41</i>	<i>41,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>41,000</i>

Таблица 7.9 – Доходы от подключения абонентов 5-й год

<i>Категория абонентов</i>	<i>Стоимость подключения (руб.)</i>	<i>Количество абонентов</i>	<i>Суммарный доход (тыс. руб.)</i>
<i>Физические лица</i>	<i>1000</i>	<i>41</i>	<i>41,000</i>
<i>Юридические лица</i>	<i>1500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>ИТОГО:</i>			<i>41,000</i>

Трафик IP – телефонии будет включен в абонентскую плату за доступ к сети Интернет. В таблицах 7.10–7.14 представлены доходы от абонентской платы по годам.

Таблица 7.10 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 1-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	204	2	102000	2600	104600
Цифровое телевидение	300	500	120	0	36000	0	36000
За пользование телефонной сетью	100	200	41	2	4100	400	4500
Итого:							145100

$$D_{AB ПЛАТА} = 145100 * 12 = 1\ 741\ 200 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{ПОДКЛ.} + D_{AB ПЛАТА} = 205\ 500 + 1\ 741\ 200 = 1\ 946\ 700 \text{ рублей.}$$

Таблица 7.11 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 2-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	285	2	142500	2600	145100
Цифровое телевидение	300	500	170	0	51000	0	51000
За пользование телефонной сетью	100	200	59	2	5900	400	6300
Итого:							202400

$$D_{AB\ PЛATA} = 202400 * 12 = 2\ 428\ 800 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\ PЛATA} = 83\ 000 + 2\ 428\ 800 = 2\ 511\ 800 \text{ рублей.}$$

Таблица 7.12 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 3-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	325	2	162500	2600	165100
Цифровое телевидение	300	500	195	0	58500	0	58500
За пользование телефонной сетью	100	200	65	2	6500	400	6900
Итого:							230500

$$D_{AB\ PЛATA} = 230500 * 12 = 2\ 766\ 000 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\ PЛATA} = 41000 + 2\ 766\ 000 = 2\ 807\ 000 \text{ рублей.}$$

Таблица 7.13 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 4-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	365	2	182500	2600	185100
Цифровое телевидение	300	500	220	0	66000	0	66000
За пользование телефонной сетью	100	200	73	2	7300	400	7700
Итого:							258800

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 258800 * 12 = 3\ 105\ 600 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 41000 + 3\ 105\ 600 = 3\ 146\ 600 \text{ рублей.}$$

Таблица 7.14 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги 5-й год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Доступ к сети Интернет по технологии Ethernet	500	1300	408	2	204000	2600	206600
Цифровое телевидение	300	500	240	0	72000	0	72000
За пользование телефонной сетью	100	200	82	2	8200	400	8600
Итого:							287200

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 287200 * 12 = 3\ 446\ 400 \text{ рублей.}$$

Определяется общий тарифный доход, который составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 41000 + 3\ 446\ 400 = 3\ 487\ 400 \text{ рублей.}$$

Каждый последующий год, доход будет составлять столько же, сколько на 5-м году без учета вновь подключившихся, т.е. 3 487 400 рублей.

7.4 Определение оценочных показателей проекта

Расчет чистого денежного дохода (NPV) основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. В данном проекте расчет будет произведен на период 10 лет. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (7.10):

$$NPV = PV - IC \quad (7.10)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.11),
IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (7.12).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (7.11)$$

где P_n – доход в n-ом году,
 i – норма дисконта,
 T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^T \frac{IC_n}{(1+i)^n} \quad (7.12)$$

где IC_n – инвестиции в n-ом году,
 i – норма дисконта,
 T – количество лет, для которых производится расчет.

Результаты расчетов сведены в таблицу 7.15. Необходимо отметить, что в дипломном проекте период, для которого производится расчет, составляет 10 лет, норма дисконта – 13%.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.15 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта, руб

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0,0	5 809 556	5 809 556	-5 809 556
1	2598700	2299734,5	1027967,00	8737603,7	-6437869,2
2	3439600	4993445,8	1027967,00	9495761,0	-4502315,1
3	3868000	7674163,9	1027967,00	10166696,6	-2492532,7
4	4338400	10334985,8	1027967,00	10760444,9	-425459,1
5	4808800	12945009,8	1027967,00	11285885,9	1659123,9
6	4768800	15235552,8	1027967,00	11750878,0	3484674,8
7	4768800	17262582,0	1027967,00	12162375,4	5100206,7
8	4768800	19056413,2	1027967,00	12526532,3	6529880,8
9	4768800	20643874,4	1027967,00	12848795,1	7795079,2
10	4768800	22048707,3	1027967,00	13133983,5	8914723,8

Как видно из приведенных в таблице 7.15 значений, проект окупится на пятом году эксплуатации.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто применяемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям и может приниматься как с учетом фактора времени, так и без его участия.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + NPV_n / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (7.13)$$

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.

Срок окупаемости составит:

$$PP = 5 + 1659123,9 / (425459,1 + 1659123,9) = 5,9 = 6 \text{ лет.}$$

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле:

$$PI = PV/IC \quad (7.14)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.12),

IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (7.13).

На конечный срок расчетного периода – 10 лет индекс рентабельности будет равен:

$$PI = 22048707,3 / 13133983,5 = 1,67$$

Другим важным показателем является внутренняя норма доходности, определяемая на основе выражения с использованием итерационных расчетов:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1). \quad (7.15)$$

$$IRR = 13 + \frac{1659123,9}{1659123,9 - (-155244,7)} (21 - 13);$$

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$IRR = 13 + 7,31 = 20,31\%$$

В итоге норма дисконта проекта составляет 20,31%, что является следствием эффективности принятых решений. А также возможности принятия данного проекта к реализации.

Рассчитанные технико-экономические показатели в данном разделе, занесены в таблицу 7.16.

Таблица 7.16 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
1	2
Количество абонентов	408
Капитальные вложения, руб.	5 809 556
Годовые эксплуатационные расходы, руб.	1 027 967
Фонд оплаты труда, руб.	331 200
Страховые взносы, руб.	99 360
Амортизационные отчисления, руб.	95 728
Материальные затраты, руб.	354 007
Прочие расходы, руб.	132 480
Срок окупаемости	6 лет

Основываясь на анализе технико-экономических показателей проекта, важно отметить степень эффективности проектных решений и их рентабельность, что подтверждает их рациональную экономическую обоснованность.

8 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

8.1 Техника безопасности по стационарным сооружениям

Монтажные работы и эксплуатация сооружений связи должны осуществляться с обязательным соблюдением действующих правил техники безопасности, охраны труда, пожарной безопасности, изложенных в следующих нормативных документах:

«Технологические нормы на монтаж сооружений и устройств связи, радиовещания и телевидения» Минсвязи РФ, М.1994г.

«Правила по охране труда при работах на телефонных и телеграфных станциях» ПОТ РО-45-0070-96, М.Минсвязи РФ, 1997г.

«Положение об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных Министерству связи РФ», утвержденное приказом Минсвязи РФ № 18 от 24.01.94г.

ОСТН-600-93 «Отраслевые строительно-технологические нормы на монтаж сооружений и устройств связи, радиовещания и телевидения» Минсвязи РФ, М. 1994г.

ППБ-01-93 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации» «Инфа-М» М.1994г.

«Правила пожарной безопасности на объектах Министерства связи РФ».

Все работы по прокладке и монтажу кабеля должны выполняться при строгом соблюдении «Правил техники безопасности при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания» ПОТ РО-45-005-95.

Мероприятия по технике безопасности при работе на АТСЭ должны осуществляться с обязательным соблюдением действующих правил:

«Правила по охране труда при работе на телефонных и телеграфных станциях». ПОТ РО-45-007-96.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«Правила пожарной безопасности на объектах Министерства связи РФ»
ПТБ-01-93, с изменениями и дополнениями на 20.10.99.

«Положение об организации работы по охране труда и производственной санитарии в отрасли связи», утвержденное приказом 187 Министерства Российской Федерации по связи и информатизации 26.10.2000г.

СанПин 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам персональных ЭВМ и организация работы».

В целях безопасности и охраны труда необходимо предусмотреть:

- Заземление металлических нетоковедущих частей оборудования электросвязи и экранов кабелей;
- Прокладку напольных диэлектрических ковриков около щитов электропитания и оборудования, на которые осуществляется подача переменного напряжения свыше 110 В;
- Размещение оборудования с устройством технологических проходов в соответствии с действующими нормами, обеспечивающими свободный доступ к оборудованию при ремонте и эксплуатации;
- Выбор соответствующих марок кабелей и способов их прокладки;
- Максимально возможное сокращение длин параллельного пробега при совместной прокладке кабелей информации и электропитания;
- Проверку наличия и исправности инструмента, защитных средств и предохранительных приспособлений;
- Создание необходимых температурно-влажностных режимов в технических помещениях;
- Все открытые токоведущие части с напряжением переменного тока свыше 42 В, доступные для случайных соприкосновений, должны быть закрыты щитами;
- Сопротивление, между любой, доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью и точкой соединения шины заземления («Корпус»)

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

с проводящей шиной или проводом от электропитающей установки должно быть не более 0,1 Ом.

Средства пожаротушения, системы служебной связи, пожарной и охранной сигнализации, оборудование для обеспечения в помещениях температурно- влажностного режима настоящим проектом не предусматривается, используются существующие на объекте.

Проектируемое оборудование должно обеспечивать выполнение требований по технике безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.-000-91, ГОСТ 12.2.-007-75, ГОСТ 12.1.030-81.

8.2 Экологическая безопасность и охрана окружающей среды

Проектируемые кабели связи в процессе строительства и эксплуатации не создают вредных электромагнитных или иных излучений, не являются источниками каких-либо частотных колебаний. Материалы защитных покровов и оболочки кабелей не выделяют вредных химических и биологических веществ. Таким образом, специальных мер по охране окружающей среды не требуется.

При производстве земляных работ предусмотрены мероприятия по защите окружающей среды. При рытье котлованов и траншей почвенно-растительный слой складывается с одной стороны, а остальной грунт с другой; засыпка ведется в обратном порядке.

Проектом предусмотрен вывоз лишнего грунта и строительного мусора, в целях защиты от возможных повреждений и засыпки земель деревьев, кустарников, газонов и клумб.

До начала работ получить письменное разрешение на производство работ.

Сооружения связи являются одним из наиболее экологически чистых видов сооружений. В период эксплуатации они не производят вредных

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выделений и промышленных отходов в окружающую среду и в то же время, дают значительный социально-экономический эффект по оказанию услуг связи населению и другим потребителям.

Оборудование систем передачи в процессе строительства и эксплуатации не создают вредных электромагнитных или иных излучений, не является источником каких-либо частотных колебаний и не выделяет вредных химических веществ и биологических отходов.

Технологические процессы, протекающие в электропитающей установке, являются безотходными. Уровень шума и вибрации, создаваемый оборудованием ЭПУ, не превышает допустимых по ВСН 601-84 ГОСТ 12.1.012-90 величин, в связи с этим проведение мероприятий по снижению уровня производственного шума и вибрации проектом не предусматриваются.

8.3 Охрана труда

К началу монтажных работ необходимо выполнить весь комплекс мероприятий, обеспечивающих и нормальные условия труда монтажников и требования к помещениям, в которых устанавливается коммутационное оборудование.

Должны быть полностью оборудованы все сантехнические устройства (отопление, вентиляция, водопровод и канализация) согласно ВСН 333-87.

Все помещения должны иметь искусственное освещение.

Должны быть оборудованы специальные подъемные устройства для подъема оборудования на верхние этажи.

В общедоступных местах перед началом монтажа устанавливают противопожарные средства.

Должны быть обеспечены: чистота внутри технологических помещений, пылезащитенность монтируемого оборудования и герметизация, обеспечивающая максимальную изоляцию от наружного воздуха, для

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поддержания необходимой температуры и влажности.

К работам по монтажу оборудования проводной связи допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение безопасным методам работы, имеющие удостоверение о проверке знаний правил техники безопасности.

Естественное и искусственное освещение помещений должно удовлетворять требованиям СНиП П23-05-95 и ВСН 45.122-77.

Все проектируемое оборудование, материалы и механизмы, используемые для строительных и монтажных работ, должны иметь гигиенические сертификаты и сертификаты соответствия Минсвязи РФ.

8.4 Инженерно-технические мероприятия по пожарной безопасности

Проектируемое оборудование устанавливается на площадях действующих объектов, для которых были разработаны следующие мероприятия по пожарной безопасности и по предупреждению чрезвычайных ситуаций:

- поддержание в работоспособном состоянии и эксплуатация действующей системы оповещения;
- контроль за состоянием пожароопасных помещений и помещений повышенной опасности;
- организация взаимодействия с операторами связи;
- определение порядка взаимодействия, подчиненности подразделений, участвующих в управлении сетями связи.

В проекте применено оборудование, не содержащее источников, оказывающих влияние на здоровье работающих и изменение санитарно-гигиенической обстановки в районе строительства.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы были решены все поставленные задачи, что позволило спроектировать мультисервисную сеть связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.

В результате анализа микрорайона выявлено, что его жители не имеют возможности получения качественных телекоммуникационных услуг связи. В настоящее время на территории микрорайона «Киселево» г.Тверь отсутствует сеть связи. Также анализ микрорайона позволил сформулировать требования к проектируемой мультисервисной сети связи.

На основе сравнения существующих технологий организации связи для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь было решено использовать технологию GPON.

Анализ объемов нагрузок и распределения абонентов позволил сформулировать требования к оборудованию, необходимого для реализации проектируемой мультисервисной сети связи в микрорайоне «Киселево» г.Тверь. На основе анализа телекоммуникационного рынка было выбрано требуемое оборудование для всех уровней сети связи.

Для реализации уровня ядра выбраны мультисервисный узел OLT Eltex MA4000-PX и маршрутизатор Cisco 7604. Для реализации уровня агрегации – 4 оптических делителя SNR-PLC-1x8-SC/APC, которые подключаются к OLT через специальные интерфейсы. Для уровня доступа – 12 оптических делителей, из которых 4 имеют 64 оптических отвода (SNR-PLC-1x64-SC/APC) и 8 – 32 оптических отвода (NTSS-PLC-SC/APC-32-0,9). Для возможности подключения абонентов к сети связи выбраны абонентские терминалы Eltex ONT NTP-2. Кроме того, был выбран волоконно-оптический кабель производства ОАО "Коркаб".

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Кроме того, в работе были сформулированы рекомендации по размещению телекоммуникационного оборудования и построению линейно-кабельных сооружений в микрорайоне «Киселево» г.Тверь.

Для оценки эффективности принятых решений были рассчитаны технико-экономические показатели проекта. Капитальные вложения в проект составляют 5 млн. 809 тыс. 556 рублей. При этом ежегодные эксплуатационные расходы составляют 1 млн. 27 тыс. 967 рубль. При условии поэтапного подключения абонентов в течение 5 лет срок окупаемости составляет 6 лет. Результаты оценки технико-экономических показателей свидетельствует об эффективности принятых проектных решений.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Администрация Тверского муниципального района Тверь [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.tver.ru/> (Дата обращения: 10.11.2016).
2. Еремин, В.А., Орехов, И.В., Учебное пособие Конвергентные сети и услуги [Текст]/ В.А. Еремин, И.В. Орехов. - М.: Радио и связь, 2012. – 140с.: ил.
3. Компания NAG [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://shop.nag.ru/> (Дата обращения: 18.11.2016)
4. Компания SONET [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.sonet-msk.ru/> (Дата обращения: 28.10.2016)
5. Компания Eltex [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://eltex-msk.ru/> (Дата обращения: 28.10.2016)
6. Лейк, Л., Хэтсон М., Хамапт Д., (WDM-PON) Национальная конференция инженеров [Текст]/ Л. Лейк, М. Хэтсон, Д. Хамапт.: Нью-Йорк 2007. – 81-86с.
7. Официальный сайт администрации города Тверь [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://gorod-tver.ru/> (Дата обращения: 16.11.2016).
8. Жилин, Ю.А., Хардеев, Д.Г., Цифровые системы доступа. [Текст]/ Ю.А. Жилин, Д.Г. Хардеев. - М.: Эко-Транс, 2008.-215с.
9. Корякин, Б.В. Строительство и техническая эксплуатация ВОЛС [Текст] /Под редакцией Б.В. Корякин. - М.: Радио и связь, 1996. – 200 с.: ил.
10. Росляков, А.В., Самсонов, М.Ю., Сети следующего поколения NGN [Текст] / А.В. Росляков., М.Ю. Самсонов. - М.: Эко-Трендз, 2008.- 449 с.
11. Сайт города Тверь [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://tver.ru/> (Дата обращения: 10.11.2016).
12. Семенов, А.Б., Волоконная оптика в локальных и корпоративных сетях связи [Текст] / А.Б. Семенов. – М.: КомпьютерПресс, 1998.-302с.
13. Складов, О.К., Волоконно-оптические сети и системы связи [Текст] / О.К. Складов. – М.: Солон-пресс, 2005. - 272 с: ил.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

14. Филимонов, А.Н. Построение мультисервисных сетей Ethernet [Текст]/ А.Н. Филимонов. - М.: БХВ, 2006. – 592 с.: ил.
15. Фриман, Р. Волоконно-оптические системы связи [Текст]/ Р. Фриман. - М.: Техносфера, 2005.- 440с.
16. Харстид, Э., Хеининджен, П.Х., Оптические Сети доступа [Текст]/ Харстид Э., Хеининджен П.Х, издание IVB, 2001.- 438–513с.
17. IEEE 802.3ah Ethernet., Последняя миля. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://www.ieee802.org/3/efm/> (Дата обращения: 17.11.2016)
18. ITU-T Rec. G.983.1, Международные стандарты. Широкополосная сеть. Оптические Системы Доступа, основанные на (PON) [Текст]/ ITU-T Rec. G.983.1, Международные стандарты, октябрь 1999.
19. ITU-T Rec. G.983.3, Международные стандарты. Широкополосная сеть, оптические системы доступа с увеличенной сервисной способностью распределением длины волны [Текст]/ ITU-T Rec. G.983.3, Международные стандарты, апрель 2002.

					11070006.11.03.02.059.ПЗВКР	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		