

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ
ПГТ МУРИНО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникацион-
ные технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 12001452
Подорвановой Валентины Ивановны

Научный руководитель
доцент кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» к.т.н.
Белов А.С.

Рецензент
Доцент кафедры
организации
и технологии защиты
информации БУКЭП
к.т.н. Земляченко В.В.

БЕЛГОРОД 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА	5
1.1 Общая информация	5
1.2 Инфраструктура поселка	6
1.3 Анализ существующей сети связи	7
1.4 Исходные данные к проекту	8
2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ПГТ МУРИНО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	11
2.1 Проводные технологии доступа	11
2.2 Беспроводные технологии доступа	16
2.3 Спутниковые системы доступа	17
2.4 Выбор технологии организации связи в поселке Мурино	18
3 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ	20
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ	23
5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ	26
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	29
6.1 Оценка капитальных вложений в проект	29
6.2 Калькуляция эксплуатационных расходов	31
6.3 Определение тарифных доходов	34
6.4 Определение оценочных показателей проекта	37
7 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	42

					11120005.11.03.02.198.ПЗВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Подорванова В.И.			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Белов А.С.				3	43
Рецензент		Земляченко В.В.			НИУ «БелГУ», зр.12001452		
Н. контр.		Белов А.С.					
Утв.		Жиляков Е.Г.					
Проектирование мультисервисной сети связи пгт Мурино Ленинградской области							

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в сфере инфокоммуникаций существует ряд задач, требующих решения по средствам развития новых технологий построения сетей. Одной из таких задач является улучшение системы связи в сельской местности. Проблема развития сетей связи в селе связана с большими площадями, разнесенностью абонентов и ограниченностью сельских жителей в финансовых ресурсах. Кроме того, для сетей связи в сельской местности важным требованием является эффективное выполнение федерального "Закона о связи" в части обеспечения "Универсального обслуживания". На сегодняшний день не все жители пгт.Мурино имеют возможность получения качественных мультисервисных услуг связи, несмотря на то, что жители поселка преимущественно молодые социально-активные люди.

Целью данной работы является предоставление мультисервисных услуг связи для жителей пгт.Мурино Ленинградской области. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. проанализировать инфраструктуру пгт.Мурино Ленинградской области;
2. проанализировать состояние существующей сети связи в пгт.Мурино Ленинградской области;
3. проанализировать существующие технологии абонентского доступа;
4. выбрать технологию организации связи в пгт.Мурино Ленинградской области;
5. провести оценку нагрузки в проектируемой мультисервисной сети связи;
6. выбрать оборудование для реализации мультисервисной сети связи;
7. разработать рекомендации построения мультисервисной сети связи в пгт.Мурино Ленинградской области;
8. оценить технико-экономические показатели проекта.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА

1.1 Общая информация

Пгт. Мурино является административным центром Всеволожского района Ленинградской области. Поселок расположен на расстоянии 18км на запад от Санкт-Петербурга. Расстояние до районного центра не превышает 23км. На рисунке 1.1 представлен план поселка Мурино Ленинградской области [3].

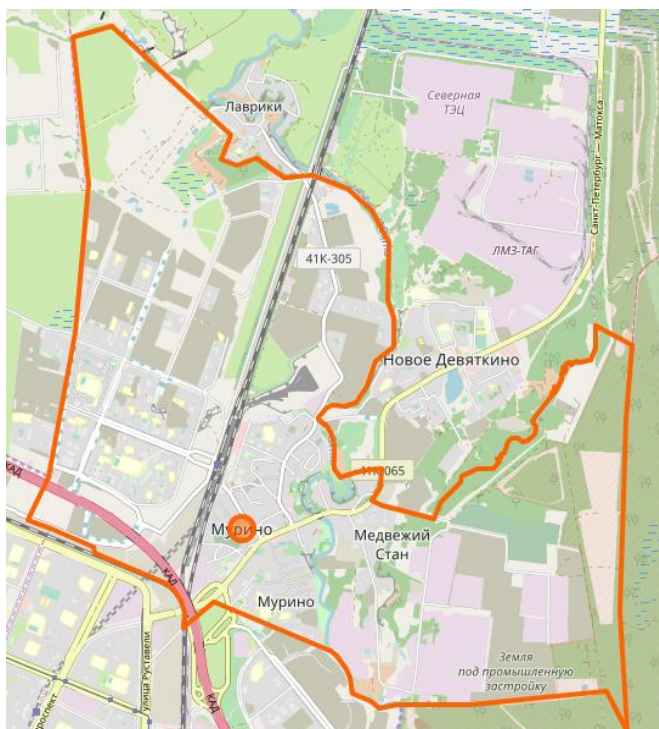


Рисунок 1.1 – Карта поселка Мурино Ленинградской области

Как видно поселок плотно застроен. Протяженность поселка с востока на запад составляет 4,61 км, а с юга на север – 3,84км. Климат в поселке Мурино холодно умеренный. Средняя температура воздуха в поселке составляет порядка 4,6°С, а средняя влажность – 635 мм [1].

На 2017 год население пгт.Мурино составило 19775 человек [10]. Однако реально численность в поселке значительно больше. Администрация поселка заявляет, что только в Западном микрорайоне проживает порядка 34000 человек. [10].

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1.2 Инфраструктура поселка

Пгт. Мурино расположен близко к Санкт-Петербургу. Кроме того, поселок имеет развитую транспортную инфраструктуру, к которой относятся как станция метро, так и кольцевая автодорога [16]. Все это делает поселок привлекательным для застройщиков. В последние годы активно ведется застройка поселка Мурино кирпично-монолитными домами высотой 16-27 этажей, что привело к резкому росту населения. [16].

Несмотря на то, что инфраструктура поселка не поспевает за строительством жилых домов, ведется активное заселение новых квартир. Поэтому численность поселка будет стремительно расти. Как отмечает администрация поселка, нынешнее население поселка составляет порядка 10% от запланированного количества жителей [10].

В рамках данного проекта наибольший интерес представляет Западный микрорайон. На рисунке 1.2 представлен план Западного микрорайона поселка Мурино Ленинградской области с указанием как уже введенных, так и запланированных построек.

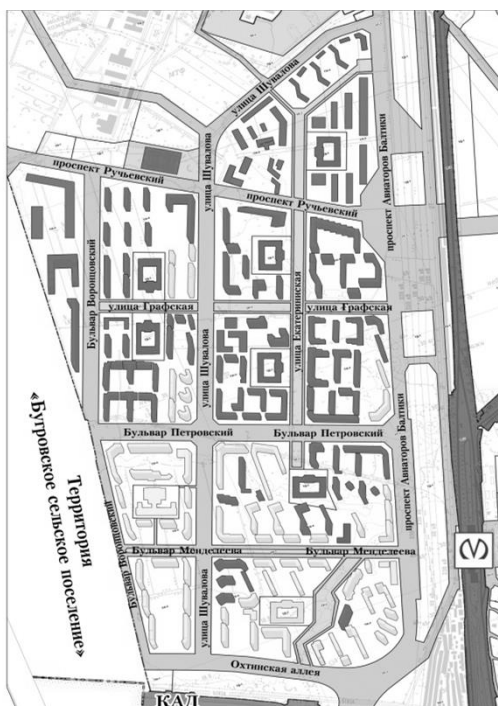


Рисунок 1.2 – План Западного микрорайона пгт.Мурино Ленинградской области

						Лист
					11120005.11.03.02.198.ПЗВКР	6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На рисунке 1.2 темным цветом отмечены дома, которые только запланированы, а светлым – дома, которые уже введены в эксплуатацию.

В настоящее время в поселке 34 улицы, из которых 11 расположены в Западном микрорайоне. На сегодняшний день введено в эксплуатацию 61 жилой дом из 179 запланированных. А также 2 школы из 8 запланированных и 17 детских садов из 42. Кроме того предполагается введение в эксплуатацию 10 физкультурно-оздоровительных комплексов, из которых 6 уже действуют. Важно отметить, что в данный момент ведется строительство 104 жилых домов, 1 школы, 21 детского сада и 1 физкультурно-оздоровительного комплекса.

Необходимо отметить, что на первых этажах некоторых жилых домов расположены нежилые помещения, предназначенные для магазинов и офисов.

1.3 Анализ существующей сети связи

Как отмечалось ранее, поселок является строящимся и привлекательным как для застройщиков, так и для молодых жителей. Все это представляется интересным и для телекоммуникационных компаний. В настоящее время, на территории поселка провайдеры телекоммуникационных услуг представлены двумя компаниями «Cactus-net» и АО «ЭР-Телеком Холдинг» [6,8]. Компания «Cactus-net» позволяет жителям поселка получать услуги доступа в Интернет и IP-телефонии по выделенным линиям, а компания АО «ЭР-Телеком Холдинг» – доступ в сеть Интернет и услугу Кабельного ТВ.

Однако, данные компании предоставляют свои услуги пока только жителям восточной части поселка. Западный микрорайон на сегодняшний день не имеет развитой телекоммуникационной инфраструктуры. В рамках данного проекта, можно отметить, что в Западном микрорайоне отсутствует телекоммуникационная сеть связи.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1.4 Исходные данные к проекту

Для разработки проекта мультисервисной сети связи в пгт.Мурино необходимо сформулировать требования к проектируемой сети. В рамках данной работы проектирование сети предполагается только для Западного микрорайона поселка. Поэтому интерес представляет только эта часть Мурино. Как было отмечено ранее, микрорайон строящийся, поэтому необходимо учитывать, как количество уже введенных в эксплуатацию домов, так и количество строящихся. При оценке потенциальных нагрузок необходимо учитывать количество абонентов, запланированных после введения в эксплуатацию всех строящихся домов, а при выборе оборудования необходимо учитывать количество уже введенных домов, но при этом учитывать возможность дальнейшего наращивания сети связи.

Помимо определения общего числа абонентов, необходимо также определить виды предоставляемых услуг и количество абонентов, пользующихся каждым видом услуг. Как отмечают статистики, плотность стационарной телефонии в сельской местности составляет порядка 20% от общего числа абонентов. В свою очередь, проникновение услуг IPTV в подобных микрорайонах достигает 40%.

В таблице 1.1 представлено распределение абонентов, представляющих собой физические лица, по видам услуг с учетом введенных в эксплуатацию домов и с учетом строящихся домов.

Таблица 1.1 – Распределение физических клиентов по видам услуг

	Передача данных	IP-телефония	IPTV
С учетом только введенных в эксплуатацию домов	10 000	2 000	4 000
С учетом строящихся домов	33 000	6 600	13 200

Для проектирования мультисервисной сети необходимо знать не только количество потенциальных абонентов, но и количество домов, их этажность,

количество подъездов и квартир на этаже. Для проектирования на данном этапе интерес представляет информация только о введенных в эксплуатацию домах. По сведениям администрации поселка Мурино в настоящее время в эксплуатацию введен 61 дом.

В таблице 1.2 представлена информация о введенных в эксплуатацию домах.

Таблица 1.2 – Информация о введенных в эксплуатацию домах

№ домов	подъездов в доме	этажей в доме	квартир в подъезде	квартир в доме
2,38,39,40	2	16	60	120
1,13,15,16,17,18,29,30,31,32,33,34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 58	2	16	64	128
19, 20	2	27	81	162
27, 28	2	21	84	168
4, 14	3	16	60	180
3, 7, 8, 9, 10, 12, 25, 50, 53, 54, 55, 59, 60, 61	3	16	64	192
22, 24	4	16	60	240
26	3	21	84	252
11, 21, 23	4	16	64	256
5, 6	3	25	100	300

В таблице 1.3 представлено распределение потенциальных абонентов с указанием количества типовых домов.

Таблица 1.3 – Распределение числа физических абонентов по уже введенным в эксплуатацию домам

№ п.п	Количество домов	Передача данных	IP-телефония	IPTV
1	4	480	96	192
2	29	3712	742	1485
3	2	324	65	130
4	2	336	67	134
5	2	360	72	144
6	14	2688	538	1075
7	2	480	96	192
8	1	252	50	101
9	3	768	154	307
10	2	600	120	240
Всего	61	10000	2000	4000

Помимо физических абонентов на территории Западного микрорайона необходимо еще учесть потенциальных юридических абонентов, к которым относятся 2 школы, 6 физкультурно-оздоровительных комплексов, 17 детских садов и 22 других офисов. В рамках данного проекта предполагается, что юридические клиенты будут получать только услуги передачи данных. Таким образом, телекоммуникационные услуги будут предоставляться для 47 юридических клиентов. Важно учитывать, что пропускная способность для юридических клиентов должна превышать пропускную способность для физических клиентов.

Необходимо также определить требуемую пропускную способность, как для физических, так и для юридических абонентов.

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	

2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ПГТ МУРИНО ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1 Проводные технологии доступа

В настоящее время одной из основных проблем развития мультисервисных сетей связи является проблема абонентского доступа, актуальность которой обусловлена развитием сетей Интернет. На сегодняшний день существует множество современных эффективных технологий доступа. Однако в основном используются медные линии связи, что вызвано стремлением провайдеров сохранить имеющиеся дорогостоящие ресурсы [5,7,11,15].

Несмотря на это, существует множество других вариантов решения проблемы организации абонентского доступа с использованием современных технологий.

Среди основных технологий, позволяющих решить проблему «последней мили» следует выделить: семейство технологий высокоскоростной цифровой абонентской линии xDSL; кабельные модемы; беспроводные и спутниковые технологии [5,7,11,15].

Все эти технологии имеют свои преимущества и недостатки и невозможно выделить однозначно идеальное решения организации абонентского доступа.

Проводные технологии абонентского доступа представляют большой интерес с этой позиции, так как позволяют использовать существующие кабельные сооружения. Существующие медные линии связи уже достигли своего максимума в скорости передачи данных. Замена медных линий связи на волоконно-оптические позволяет увеличить скорость передачи данных, но требует больших финансовых вложений [5,7,11,15].

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Очевидно, что использование одной технологии на всех участках сети связи не представляется эффективным, а иногда и возможным. Поэтому, как правило, используются комбинированные варианты реализации мультисервисной сети связи. Особенно, когда речь идет о крупных операторах телекоммуникационных сетей связи. В том случае, если оператор уже имеет развернутую сеть связи по традиционной витой паре, то целесообразнее использовать одну из технологий семейства xDSL.

По средствам использования кабельных модемов может быть решена проблема аналоговой телефонной линии, соединительных линий и ресурсов коммутационных станций ТФОП. При реализации данной технологии трафик передается от кабельных модемов сразу на маршрутизатор, который располагается на головном узле системы кабельного телевидения. Немаловажным достоинством данной технологии является то, что оборудования для нее является сравнительно недорогим. Кроме того, оборудование разных производителей может осуществлять совместную работу без особых осложнений.

Однако, данная технология также как и все, не лишена недостатков. Среди которых можно выделить «открытость» и совместное использование линий связи сразу несколькими пользователями. Это приводит к тому, что по мере увеличения числа пользователей сети, снижается скорость передачи данных, выделенная каждому абоненту. А «открытость» данных систем снижает интерес к ним со стороны владельцев бизнеса.

Семейство технологий xDSL позволяет осуществлять высокоскоростной доступ по уже существующей медной телефонной линии связи. Таким образом, если абонент имеет качественную телефонную линию, то он может улучшить качество передаваемого сигнала за счет использования технологии xDSL. Семейство технологий многообразно и позволяет обеспечивать скорость передачи данных от 32Кбит/с до 50Мбит/с. В отличие от кабельных модемов, в данном случае на скорость передачи данных не влияет количество

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

пользователей сети. Скорость передачи зависит только от длины линии связи, а также выбранного варианта исполнения. Так технология ADSL, суть которой заключается в том, что реализуется асимметричная цифровая абонентская линия, позволяет обеспечивать скорость нисходящего потока 1,5 – 8 Мбит/с, а восходящего – 640 Кбит/с – 1,5 Мбит/с. Другая технология VDSL из того же семейства может быть реализована как в асимметричном исполнении, так и симметричном. Асимметричная схема реализации позволяет обеспечивать скорость передачи данных 13 – 52 Мбит/с в нисходящем потоке и 1,5 – 2,3 Мбит/с – в восходящем. Симметричная схема обеспечивает одинаковую скорость передачи нисходящего и восходящего потока, которая может достигать 13 – 26 Мбит/с. Как отмечалось ранее, скорость передачи зависит также от длины линии связи. Чем меньше протяженность линии связи, тем выше скорость передачи данных. Так для технологии ADSL на расстоянии 3км может быть достигнута скорость более 8 Мбит/с, а на расстоянии 6км – 1,5 Мбит/с. В свою очередь, для технологии VDSL на расстоянии 300м может быть обеспечена скорость 52 Мбит/с, а на расстоянии 1,5км – 13 Мбит/с. Данные технологии позволяют обеспечивать одновременно передачу данных, телефонную связь, видео по запросу и трансляцию нескольких телевизионных каналов. Технология ADSL обеспечивает передачу одного, а технология VDSL – передачу трех телевизионных каналов в качестве DVD. Все остальные технологии семейства xDSL не позволяют осуществлять передачу видеосигнала в режиме реального времени в высоком качестве, а обеспечивают только передачу данных и голоса [5,7,11,15].

Как уже отмечалось ранее, реализация технологии xDSL может быть осуществлена на базе уже существующей медной абонентской линии. Это является достоинство семейства, так как позволяет уменьшить инвестиции при развертывании сети связи. Для построения сети связи по технологии xDSL на базе существующей проводной инфраструктуры достаточно только добавить устройства ADSL на стороне абонента и станции.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Разнообразие технологий DSL позволяет удовлетворять потребности разных пользователей. В частности, асимметричные технологии подходят для частных абонентов, которые преимущественно принимают информацию, а симметричные технологии – больше подходят для представителей бизнеса, которые практически в равной степени используют и восходящие и нисходящие потоки. Использование технологии ADSL позволяет обеспечить дополнительные преимущества. Возможность сохранения аналогового телефона позволяет обеспечить телефонную связь даже при выходе из строя оборудования ADSL. А возможность сохранения канала основного доступа ISDN позволяет защитить вложения провайдера [5,7,11,15].

Основным недостатком технологий xDSL по сравнению с кабельными модемами является более низкая скорость передачи. Однако, как уже отмечалось, скорость передачи данных в сетях с кабельными модемами зависит от числа пользователей сети. Поэтому, часто, реальная скорость передачи данных в таких сетях незначительно превышает скорость технологии xDSL.

Волоконно-коаксиальные системы позволяют существенно увеличить пропускную способность кабельных сетей, что приводит к вытеснению технологий xDSL. Однако, на сегодняшний день технологии xDSL занимают большую долю в общей телекоммуникационной инфраструктуре, особенно в сельской местности, где уже имелись медные линии связи.

Существуют другие схожие с семейством xDSL технологии. Они могут быть выделены в отдельный класс за счет использования другой среды передачи. Данные технологии используют домовую сеть электропитания. Преимущества данных технологий очевидны. Данные сети имеют развитую по всему миру инфраструктуру и имеют доступ в каждое помещение.

Данная технология носит название Power Line Communications (PLC), Power Line Telecommunications (PLT) или Broadband over Power Lines (BPL). В последнее время технология активно развивается [11].

В основе использования технологии BPL лежит применение электросетей

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

для передачи данных. При этом осуществляется частотное разделение сигнала, в результате чего сигнал передается на различных частотах и собирается с один сигнал на приемной стороне.

Преимущества систем VPL заключаются в том, что они дешевле в реализации, чем технологии кабельных модемов и xDSL, и позволяют обеспечивать достаточно высокую скорость передачи данных порядка 10–20Мбит/с. Для реализации данной сети пользователю достаточно иметь только модем VPL, который подключается непосредственно в телефонную розетку [11].

На стороне оператора устанавливается соответствующее оборудование, подключаемое к телефонной сети и/или IP-магистральной и к электрическим сетям. Данное оборудование представляет собой шлюз между сетями общего пользования и VPL-сетью. Технология VPL реализуется по топологии звезда. Возможность гибкого управления полосой пропускания позволяет обеспечить ее эффективное использование.

В настоящее время, несмотря на кажущуюся простоту реализации сетей VPL, в России данная технология не нашла широкого использования. Это связано с тем, что проводка в России выполнена преимущественно из алюминия. А это значит, что она имеет недостаточно высокими электрическими и механическими свойствами. Использование данной технологии имеет явные преимущества, что может привести к развитию технологии и в России. Однако, давление существующих операторов связи не позволяет этому произойти. Имеет смысл осуществлять развитие технологии VPL в небольших городах, либо в некоторых микрорайонах больших городов [11].

Несмотря на очевидные преимущества семейства xDSL, использование ее в общей телекоммуникационной инфраструктуре не представляется долгосрочным. Это связано с ограниченностью пропускной способности. Это не только не позволяет конкурировать со скоростью технологии Ethernet, но и не позволяет осуществлять развитие новых услуг, в частности IPTV.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Кроме того, так как при реализации технологий xDSL используются давно введенные в эксплуатацию кабельные линии связи, то качество связи является не очень хорошим.

Очевидно, что для решения данной проблемы может быть использован переход на комбинированные медно-оптические сети. Сети, основанные на использованные волоконно-оптических линий связи, являются перспективным направлением развития современных мультисервисных сетей связи.

2.2 Беспроводные технологии доступа

Беспроводные технологии абонентского доступа характеризуются использованием радиоресурса для обеспечения широкополосного доступа к мультисервисным услугам телекоммуникационных сетей связи.

Беспроводные технологии обладают рядом очевидных преимуществ по сравнению с проводными технологиями абонентского доступа. В частности, возможность развертывания сети беспроводного доступа в тех местах, где прокладка кабельных линий связи невозможна из-за плотности застройки или по другим причинам. Кроме того, реализация беспроводных сетей может быть более эффективной с позиции финансовых и трудовых затрат. Необходимо также учитывать, что беспроводные сети связи могут быть введены в эксплуатацию существенно быстрее и проще, чем проводные технологии.

Среди беспроводных технологий абонентского доступа наибольшим спросом на сегодняшний день пользуется WiMAX (Worldwide interoperability for Microwave Access). Данная технология позволяет осуществлять передачу данных на территории радиусом до 50 км, обеспечивая при этом скорость до 108Мбит/с. Данная технология также позволяет обеспечивать передачу трафика в режиме реального времени. Сегодня технология WiMAX активно развивается и совершенствуется. Но надо учитывать также, что скорость и качество

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

передачи данных технологии WiMAX, как и любой другой беспроводной технологии абонентского доступа, существенно зависят от удаленности от базовой станции и уровня застройки местности [5,7,11,15].

Специалисты отмечают, что для обеспечения скорости передачи от 2 до 10 Мбит/с целесообразно строить сеть с ячейками, расположенными на расстоянии от 2 км в городе до 6 км – за пределами города [5,7,11,15].

Другой проблемой сетей WiMAX является ограниченное количество свободных радиочастот. Проблема, связанная с получением радиочастот, актуальна и для некоторых других технологий беспроводного доступа. Кроме того, при реализации систем беспроводного доступа необходимо учитывать возможность возникновения помех от других пользователей в «открытых» диапазонах.

2.3 Спутниковые системы доступа

Спутниковые системы доступа мультисервисных сетей связи могут быть реализованы в двух исполнениях. Как для реализации доступа на магистральном уровне, так и для реализации широкополосного доступа для отдельных пользователей.

Использование спутниковых систем позволяет обеспечить экономическую эффективность для оператора. Кроме того, спутниковые системы имеют очень широкую зону покрытия, что в свою очередь позволяет удовлетворить потребности в телекоммуникационных услугах большого числа пользователей. Другим очевидным преимуществом спутниковых систем является возможность обеспечения спутникового канала в любой точке местности в пределах радиуса покрытия [5,7,11,15].

Однако нельзя не отметить недостатки спутниковых систем доступа. В частности, низкая скорость передачи данных. Другим недостатком является

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

высокая стоимость спутниковых систем. При этом нельзя гарантировать окупаемость таких систем.

Рассматривая спутниковые системы доступа, нельзя не учитывать, что в некоторых ситуациях реализация сети доступа другим способом невозможно.

2.4 Выбор технологии организации связи в поселке Мурино

Результаты проведенного анализа существующих технологий абонентского доступа свидетельствуют о том, что для сети связи в поселке Мурино Ленинградской области целесообразно строить по принципу FTTH на базе технологии Ethernet. Вариация технологии Ethernet будет зависеть от нагрузок на разных участках сети. На рисунке 2.1 представлена проектируемая схема организации связи в поселке Мурино Ленинградской области.

Коммутаторы доступа предполагается размещать по 1 на 5-7 этажей. Таким образом, один коммутатор доступа будет обслуживать от 18 до 28 абонентов. Коммутаторы уровня агрегации будут обслуживать абонентов одного подъезда. Следовательно, каждый коммутатор уровня агрегации будет обслуживать от 3 до 4 коммутаторов доступа, что соответствует от 60 до 100 абонентов. Уровень ядра предполагается организовать по кольцевой топологии. При этом каждый коммутатор должен обслуживать от 10 до 12 коммутаторов уровня агрегации.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

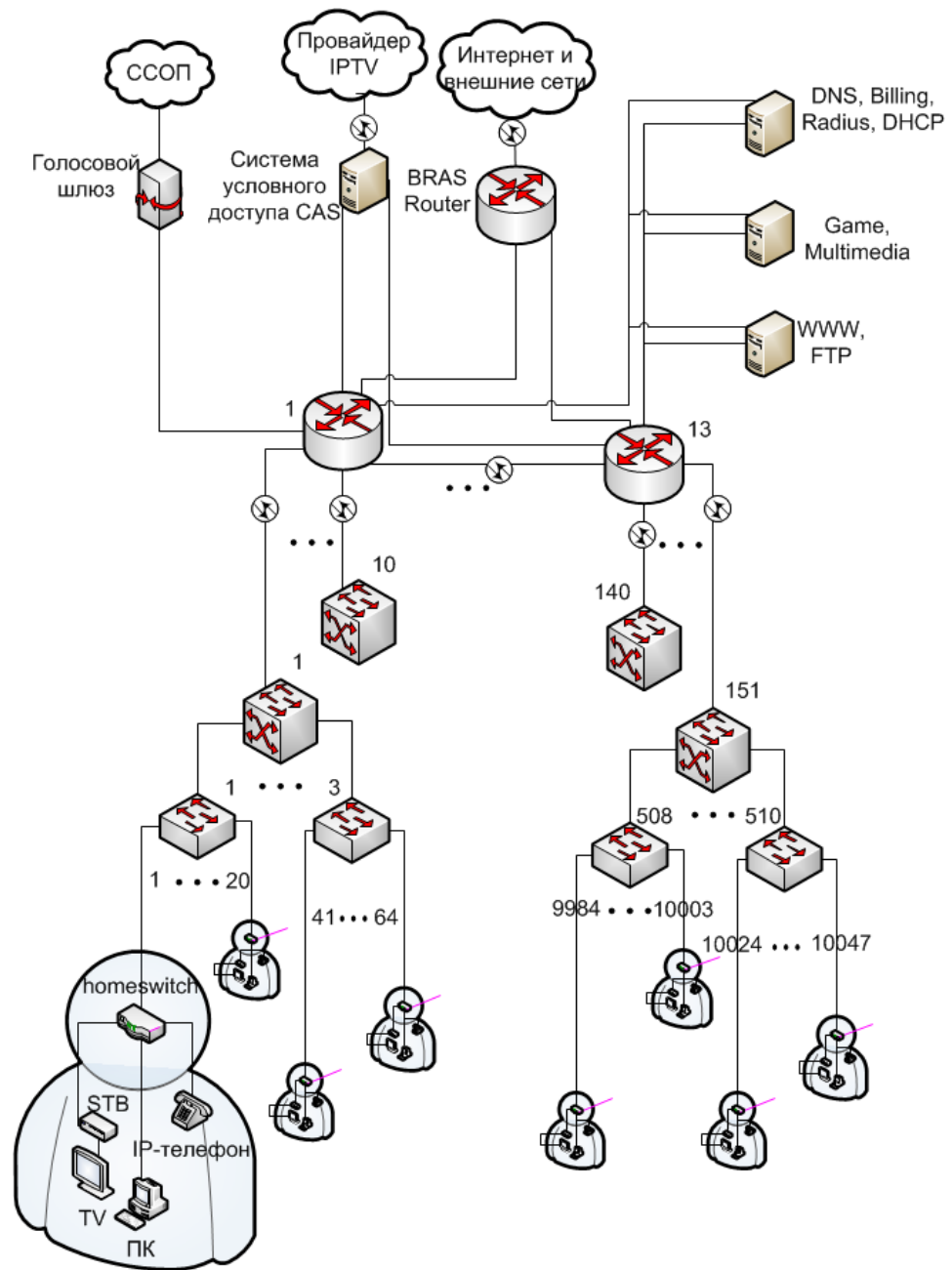


Рисунок 2.1 – Проектируемая схема организации связи в поселке Мурино Ленинградской области

При данной организации связи на один коммутатор будет приходиться не более 1000 абонентов. Окончательное количество коммутаторов каждого уровня будет зависеть от типа выбранного оборудования и величины нагрузки.

3 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

В рамках данной работы нагрузка будет определяться на всех участках сети для часа наибольшей нагрузки. Проектируемая сеть связи представлена 510 коммутаторами доступа, 151 коммутатором уровня агрегации и 13 коммутаторами уровня ядра. Все устройства будут иметь разное число обслуживаемых абонентов. Для оценки нагрузки будут использованы коммутаторы с наибольшим количеством потенциальных абонентов. В таблице 3.1 представлено распределение абонентов по категориям предоставляемых услуг для трех уровней сети при условии максимальной нагрузки.

Таблица 3.1 – Распределение абонентов по категориям предоставляемых услуг

Уровень сети связи	Количество абонентов		
	передача данных	телефония	IPTV
Уровень доступа	28	6	12
Уровень агрегации	100	20	40
Уровень ядра	1000	200	400

Проектируемая сеть связи для подключения абонентов предполагает использование технологии FastEthernet. Таким образом, максимально возможная скорость передачи данных для одного абонента будет составлять 100Мбит/с. Однако, при реализации сетей Ethernet скорость передачи зависит от числа абонентов, одновременно получающих доступ к сети. Для расчета пропускной способности необходимо определить нагрузку сети в час наибольшей нагрузки.

Для предоставления услуги IP-телефония одному абоненту достаточно 21Кбит/с. Учитывая данные таблицы 3.1, несложно вычислить пропускную способность голосового трафика на каждом узле сети.

Для узла доступа голосовой трафик составляет: $PPP_{млф} = 6*21 = 126\text{Кбит/с}$.

Для узла уровня агрегации: $PPP_{млф} = 20*21 = 420\text{Кбит/с}$.

Для узла уровня ядра: $ПП_{млф} = 200*21 = 4200\text{Кбит/с}$.

Для всей сети голосовой трафик составит: $ПП_{млф} = 2000*21 = 42000\text{Кбит/с}$.

Получение услуг IPTV предполагает, что каждый абонент может получать до 40 телевизионных каналов. Для передачи одного видеопотока одному абоненту необходима полоса не менее 5,28Мбит/с. При этом необходимо учитывать, что услугами IPTV одновременно могут пользоваться порядка 80% от всех абонентов сети.

На уровне доступа полоса пропускания для IPTV составит:

$$ПП_{IPTV} = [12*0,8]*5,28 = 52,8 \text{ Мбит/с}$$

На уровне агрегации полоса пропускания для IPTV составит:

$$ПП_{IPTV} = [40*0,8]*5,28 = 168,96 \text{ Мбит/с}$$

На уровне ядра полоса пропускания для IPTV составит:

$$ПП_{IPTV} = [400*0,8]*5,28 = 1689,6 \text{ Мбит/с}$$

Для всей сети полоса пропускания для IPTV составит:

$$ПП_{IPTV} = [4000*0,8]*5,28 = 16896 \text{ Мбит/с}$$

Квадратные скобки здесь обозначает округление до большего целого.

В рамках данной работы, расчеты пропускной способности производятся при условии, что в час наибольшей нагрузки сетью пользуются одновременно не более 80% абонентов. При этом для передачи данных будет обеспечиваться скорость передачи данных не менее 10Мбит/с. С учетом данных допущений несложно вычислить пропускную способность на всех узлах сети.

На уровне доступа полоса пропускания для передачи данных составит:

$$ПП_{пд} = [28*0,8]*10 = 230 \text{ Мбит/с}$$

На уровне агрегации полоса пропускания для передачи данных составит:

$$ПП_{пд} = [100*0,8]*10 = 800 \text{ Мбит/с}$$

На уровне ядра полоса пропускания для передачи данных составит:

$$ПП_{пд} = [1000*0,8]*10 = 8000 \text{ Мбит/с}$$

Для всей сети полоса пропускания для передачи данных составит:

$$ПП_{пд} = [10047*0,8]*10 = 80370 \text{ Мбит/с}$$

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Общая полоса пропускания складывается из полосы пропускания голосового трафика, IPTV и передачи данных.

Общая полоса пропускания на узле доступа составляет:

$$ПП = 0,126 + 52,8 + 230 = 282,926 \text{ Мбит/с.}$$

Общая полоса пропускания на узле агрегации составляет:

$$ПП = 0,420 + 168,96 + 800 = 969,38 \text{ Мбит/с.}$$

Общая полоса пропускания на ядре сети составляет:

$$ПП = 4,2 + 1689,6 + 8000 = 9693,8 \text{ Мбит/с.}$$

Общая полоса пропускания всей сети составляет:

$$ПП = 42 + 16896 + 80370 = 97308 \text{ Мбит/с.}$$

Таким образом, на один коммутатор доступа будет приходиться нагрузка порядка 282,926 Мбит/с, на один коммутатор уровня агрегации – 969,38 Мбит/с, а общая нагрузка на уровень ядра будет составлять порядка 9693,8 Мбит/с. Данные результаты расчетов необходимо учитывать при выборе оборудования для реализации сети связи. Следовательно, на уровне доступа и на уровне агрегации необходимо использование технологии GigabitEthernet. На уровне ядра должно быть использовано оборудование, поддерживающее технологию 10GigabitEthernet. Объем оборудования уровня ядра будет зависеть от имеющегося числа портов.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

При выборе оборудование сети связи необходимо учитывать несколько условий. Во-первых выбираемое оборудование должно поддерживать скорости передачи данных, рассчитанные на предыдущем этапе. Во-вторых, выбранное оборудование должно иметь соответствующее количество портов, чтобы подключить необходимое число абонентов. В-третьих, выбранное оборудование должно быть согласовано между собой. Для этого целесообразно выбирать оборудование одной фирмы. Также необходимо учитывать соотношение цены и качества выбранного оборудования.

В рамках данного проекта предполагается располагать коммутаторы доступа на 5-7 этажей. В микрорайоне Западный имеются дома 16, 21, 25 и 27 этажей. 27-ми этажные дома имеют по 3 квартиры на этаже, а все остальные по 4. Необходимо также отметить, в некоторых домах первые этажи представляют собой нежилые помещения. Исходя из проведенного анализа домов в микрорайоне, для реализации уровня доступа необходимо использование 4 коммутаторов с количеством портов не менее 18, 290 коммутаторов с количеством портов не менее 20, 12 коммутаторов с количеством портов не менее 21, 130 коммутаторов с количеством портов не менее 24, 27 коммутаторов с количеством портов не менее 28. Таким образом, каждый коммутатор доступа обслуживает от 18 до 28 абонентов. Также необходимо установить 47 коммутаторов доступа для обслуживания юридических лиц. Емкость этих коммутаторов доступа будет определяться на основе индивидуальных соглашений с юридическими клиентами. Расчеты нагрузок свидетельствуют, что для реализации предъявляемых требований необходимо использовать коммутаторы доступа, поддерживающих технологию GigabitEthernet.

Проведенный анализ рынка телекоммуникационного оборудования показывает, что для реализации проектируемой сети связи необходимо

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

использовать 27 коммутаторов D-LINK DES-1210-52 и 483 коммутатора D-LINK DGS-1210-28/F1A.

Коммутатор D-Link DES-1210-52 оснащен 48 портами 10/100Base-TX, 2 портами 10/100/1000 Base-T и 2 комбо-портами 10/100/1000 Base-T/SFP. Как отмечает производитель, данное оборудование объединяет в себе функции расширенного управления и безопасности, обеспечивающих лучшую производительность и масштабируемость [2].

Настраиваемый коммутатор серии WebSmart DGS-1210-28, оснащенный 24 портами 10/100/1000Base-T и 4 комбо-портами 100/1000Base-T/SFP (DGS-1210-28/F)/4 портами 1000Base-X SFP (DGS-1210-28/C). Данный коммутатор оснащен пассивной системой охлаждения, которая обеспечивает бесшумную работу и позволяет продлить срок эксплуатации устройства [2].

Коммутаторы уровня агрегации предполагается устанавливать в каждом подъезде. Таким образом, количество коммутаторов уровня агрегации зависит от числа подъездов в микрорайоне Западный поселка Мурино Ленинградской области. Следовательно, для реализации уровня агрегации необходим 151 коммутатор. Исходя из числа коммутаторов доступа в каждом подъезде, необходимо 10 коммутаторов, имеющих не менее 4 портов, и 141 коммутаторов, имеющих не менее 3 портов. Расчет нагрузок показал, что коммутаторы агрегации должны поддерживать технологию GigabitEthernet.

На основе проведенного анализа существующего телекоммуникационного оборудования для реализации уровня агрегации целесообразно использовать оборудование D-LINK DGS-1510-20. Коммутаторы данной серии оснащены 16, 24 или 48 портами 10/100/1000 Мбит/с, а также 2 или 4 портами 10G SFP+, используемыми для стекирования или uplink-соединения [2].

Для реализации уровня ядра необходимо использовать не менее 13 коммутаторов, с количеством портов от 10 до 12. Результаты оценки нагрузки свидетельствуют, что данное оборудование должно поддерживать технологию 10GigabitEthernet по волоконно-оптической линии связи. В рамках данного

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

проекта рекомендуется использовать коммутатор D-LINK DXS-1100-16SC. Настраиваемый коммутатор серии EasySmart DXS-1100-16SC, оснащенный 14 портами 10GBase-X SFP+ и 2 комбо-портами 10GBase-T/SFP+, осуществляет коммутацию трафика на скорости до 10 Гбит/с [2]. Также для реализации сети связи в Западном микрорайоне поселка Мурино рекомендуется использовать сервер HP Net Server LX Pro 6/200 SMP.

Для реализации мультисервисной сети связи в Западном микрорайоне необходимо выбрать волоконно-оптический кабель связи для подключения оборудования уровня агрегации к оборудованию уровня ядра, а также организации кольца на уровне ядра. В рамках данного проекта для организации волоконно-оптических линий связи необходимо использование 300 км кабеля ОКД 2,7 кН [9]. Данный тип кабеля предназначен для прокладки в кабельной канализации, в которой нет риска повреждения грызунами.

Также необходимо учитывать необходимость выбора медного кабеля связи для подключения абонентов к коммутаторам доступа, а также для подключения коммутаторов доступа к коммутаторам уровня агрегации. В рамках данного проекта предлагается использовать кабель UTP cat5e [17]. Для реализации данного проекта необходимо использование порядка 1012км.

Как видно из характеристик выбранного оборудования, при реализации данного проекта сеть связи не только удовлетворит все заявленные условия, но оставить резерв на дальнейшее развитие и наращивание сети.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

В рамках данной работы разработана схема организация связи, представленная на рисунке 5.1

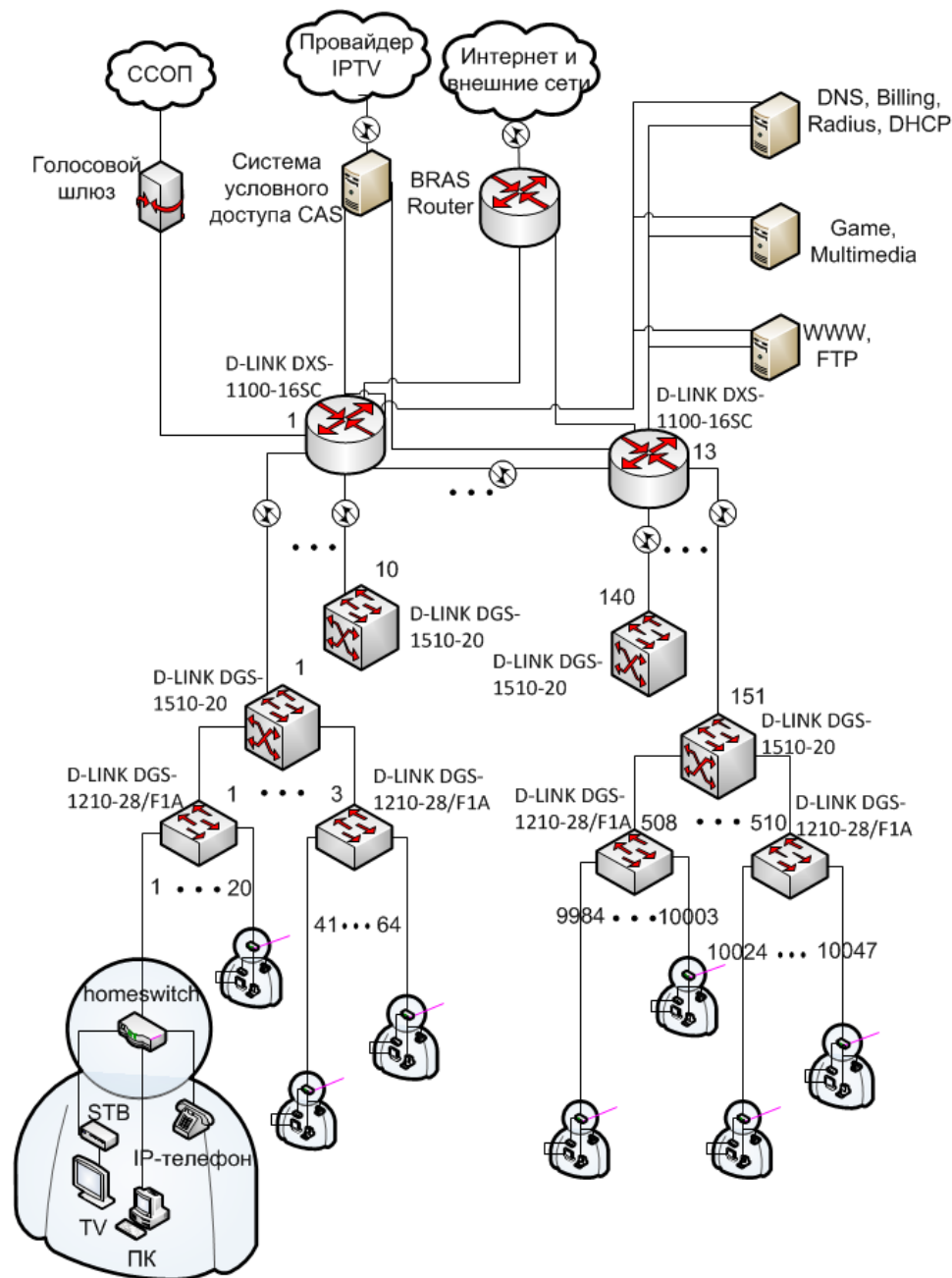


Рисунок 5.1 – Схема организации связи в Западном микрорайоне поселка Мурино Ленинградской области

Сеть связи организована по схеме FTTB на базе технологии Ethernet. На

уровне доступа используется 510 коммутаторов доступа, поддерживающих технологию GigabitEthernet, из которых 27 коммутаторов D-LINK DES-1210-52 и 483 коммутатора D-LINK DGS-1210-28/F1A. Коммутаторы доступа предполагается располагать каждые 5-7 этажей в специальных антивандальных шкафах. Подключение коммутаторов доступа к коммутаторам агрегации, а также абонентов к коммутаторам доступа предполагается осуществлять по медной линии связи UTP cat5e. Прокладка медных линий связи предполагается осуществлять в специальном межстенном пространстве.

Уровень агрегации представлен 151 коммутатором D-LINK DGS-1510-20. на уровне агрегации используется технология GigabitEthernet, однако выбранное оборудование позволяет поддерживать также технологию 10GigabitEthernet. Коммутаторы уровня агрегации предполагается устанавливать для каждого подъезда и размещать в подвальных помещениях, куда закрыт доступ для посторонних лиц. К оборудованию уровня ядра коммутаторы агрегации подключаются по волоконно-оптическим линиям связи, прокладываемым в кабельной канализации.

Оборудование уровня ядра, представленное 13 коммутаторами D-LINK DXS-1100-16SC, размещается на станции провайдера, располагаемой в городе Санкт-Петербург. Данное оборудование поддерживает технологию 10GigabitEthernet. Между собой оборудования ядра также подключается с использованием волоконно-оптических линий связи. На рисунке 5.2 представлена схема размещения оборудования уровня ядра.

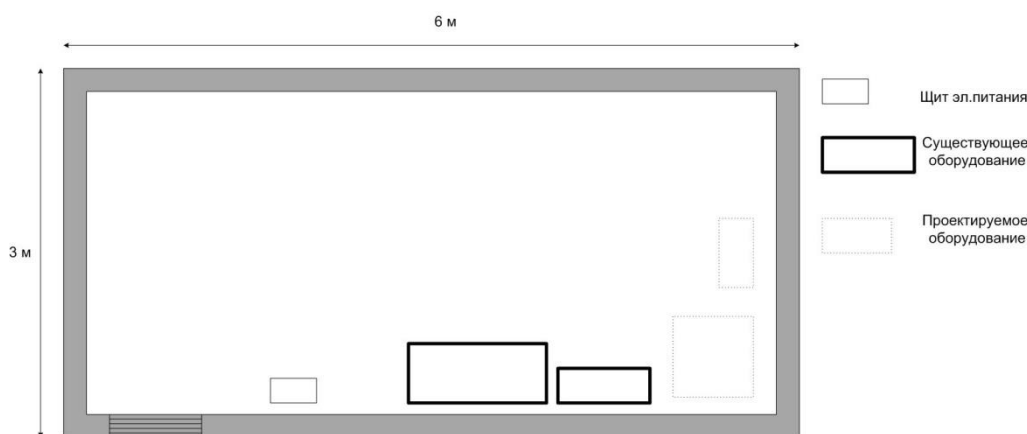


Рисунок 5.2 – Схема размещения оборудования

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Схема трассы прокладки волоконно-оптического кабеля в существующей кабельной канализации представлена на рисунке 5.3.

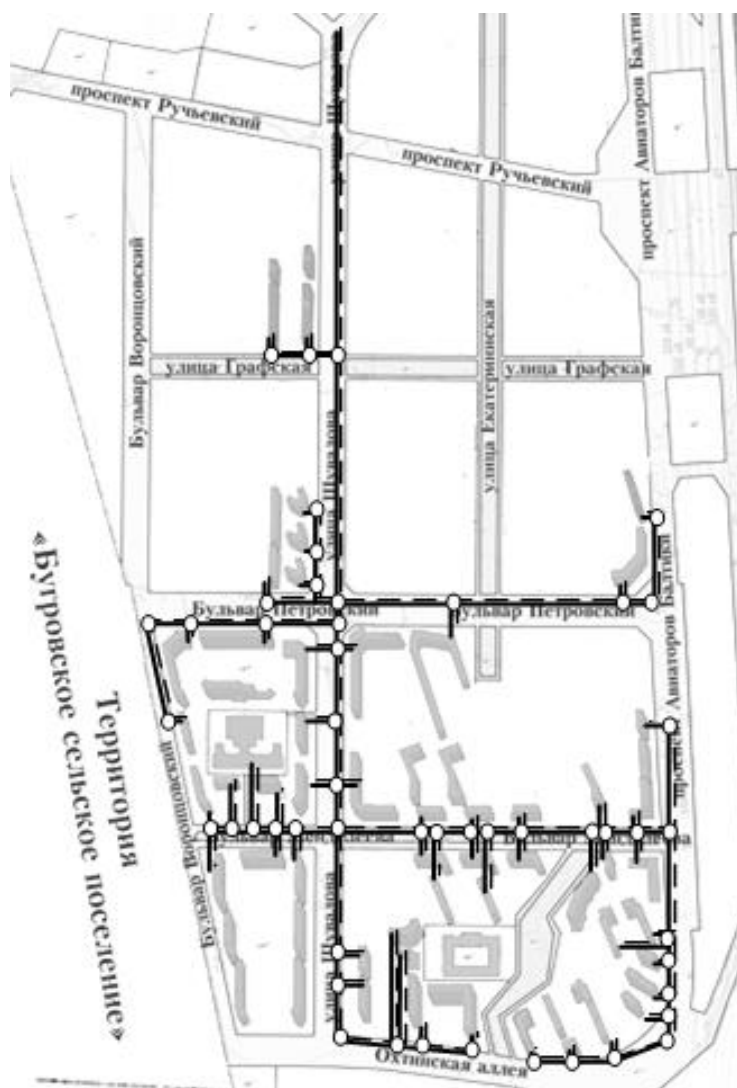


Рисунок 5.3 – Схема трассы прокладки волоконно-оптического кабеля в пгт. Мурино

Как уже отмечалось ранее, все оборудование, выбранное в рамках данной работы, не только удовлетворяет все предъявляемые требования, но и имеет запас на дальнейшее развитие и расширение сети связи.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

6.1 Оценка капитальных вложений в проект

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

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (6.1)$$

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

Затраты на приобретение и монтаж стационарного оборудования, а также 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 6.1.

Таблица 6.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы [4,9,17]

Наименование	Количество единиц	Стоимость за единицу руб.	Стоимость всего в руб.
D-LINK DES-1210-52	27	12 942	349434
D-LINK DGS-1210-28/F1A	483	9 806	4736298
D-LINK DGS-1510-20	151	13 044	1969644
D-LINK DXS-1100-16SC	13	65 473	851149
Сервер HP Net Server LX Pro 6/200 SMP +ПО	1	2 004 600	2004600
Оптический кросс ОКД 2,7 кН, км	300	30000	9000000
UTP 5е, 305м	3320	2970	9860400
Оплата разработки проекта			200000
ИТОГО:			28 971 525

Необходимо также учитывать затраты на строительные-монтажные работы $K_{сmp}$, которые составляют порядка 20% от стоимости оборудования; затраты на тару и упаковку $K_{m/y}$, составляющие 0,5% от стоимости оборудования; затраты на транспортные расходы K_{mp} , составляющие 4% от стоимости оборудования; заготовительно-складские затраты $K_{зсз}$, составляющие порядка 1,2% от стоимости оборудования; непредвиденные расходы K_{np} , составляющие порядка 3% от стоимости оборудования.

Тогда капитальные вложения в оборудование, материалы и строительные-монтажные работы составят порядка:

$$KB_{об} = K_{об} + K_{сmp} + K_{m/y} + K_{mp} + K_{зсз} + K_{np} = 28\,971\,525 + 0,2 \cdot 28\,971\,525 + 0,005 \cdot 28\,971\,525 + 0,04 \cdot 28\,971\,525 + 0,012 \cdot 28\,971\,525 + 0,03 \cdot 28\,971\,525 = 37\,286\,352,68 \text{ руб.}$$

При расчете капитальных вложений необходимо также учитывать расход на ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений. В настоящее время расходы на прокладку волоконно-оптических линий связи составляют порядка 50р/м [16,17]. Таким образом, расходы на ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений составляют:

$$KB_{ЛКС} = 300 \cdot 50000 = 15\,000\,000 \text{ руб.}$$

Таким образом, общий планируемый объем инвестиций (капитальных вложений) в проект составляет:

$$KB = KB_{об} + KB_{ЛКС} = 37\,286\,352,68 + 15\,000\,000 = 52\,286\,352,68 \text{ руб.}$$

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

6.2 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.

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию оборудования приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб./мес.
Ведущий инженер	30 000	1	30 000
Инженер	25000	1	25 000
Электромонтер	15 000	1	15 000
ИТОГО		3	70 000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,2 = 70\,000 * 12 * 1,2 = 1\,008\,000 \text{руб.} \quad (6.2)$$

где 12 – количество месяцев в году; 1,2 – размер премии (20 %);

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

$$\text{СВ} = 0,30 \cdot \text{ФОТ}_{\text{год}} = 0,30 \cdot 1008 = 302,4 \text{ тыс.руб.} \quad (6.3)$$

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле:

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

$$AO^{год} = \frac{\Phi_{перв} \cdot H_a}{100\%}, \quad (6.4)$$

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

Итак, амортизационные отчисления равны:

$$AO \text{ год} = 52286352,68 \cdot 5/100 = 2614317,63 \text{ руб.}$$

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:

$$З_{ЭН} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \quad (6.5)$$

где $T = 2,98$ руб./кВт.час – тариф на электроэнергию для сельской местности Ленинградской области; $P = 16,54$ кВт – мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$З_{ЭН} = 2,98 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 16,54 = 431\,773,39 \text{ руб.}$$

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

$$З_M = \frac{ОПФ \cdot 3,5\%}{100\%}, \quad (6.6)$$

где ОПФ - это основные производственные фонды (капитальные вложения)

В итоге материальные затраты составляют:

$$З_M = 52286352,68 \cdot 3,5/100 = 1830022,34 \text{ руб.}$$

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{ЭН}} + Z_{\text{М}} = 431\,773,39 + 1\,830\,022,34 = 2\,261\,795,74 \text{ руб.} \quad (6.7)$$

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

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 * \text{ФОТ}^{\text{год}} \quad (6.8)$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 * \text{ФОТ}^{\text{год}} \quad (6.9)$$

Таким образом, прочие расходы:

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 * 1008 \text{ тыс. руб.} = 151,2 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 * 1008 \text{ тыс. руб.} = 252 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{\text{прочие}} = 151,2 \text{ тыс. руб.} + 252 \text{ тыс. руб.} = 403,2 \text{ тыс. руб.}$$

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

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сведены в таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, тыс. руб.	Процент от общей стоимости
1. ФОТ	1008	15,1
2. Страховые взносы	302,4	4,5
3. Амортизационные отчисления	2614,31763	39,1
4. Материальные затраты	2261,79574	33,8
5. Прочие расходы	403,2	6,0
ИТОГО:	6 589,71337	98,5
НИОКР	98,8457	1,5
ВСЕГО	6 688,55907	100

6.3 Определение тарифных доходов

В рамках данного проекта предполагается поэтапное подключение абонентов. Предполагается, что в первый и второй годы подключается по 10% абонентов, в третий год – 20%, в четвертый и пятый годы – по 30%.

В таблице 6.4 представлены суммы доходов от подключения по годам.

Таблица 6.4 – Доходы от подключения новых абонентов по годам

Год подключения	Стоимость подключения (руб.)		Количество абонентов		Суммарный доход (тыс. руб.)
	физ.лиц	юр.лиц	физ.лиц	юр.лиц	
1	300	500	1000	5	302,5
2	300	500	1000	5	302,5
3	300	500	2000	9	604,5
4	300	500	3000	14	907
5	300	500	3000	14	907
ИТОГО:					3023,5

В таблицах 6.5-6.9 представлены результаты оценки доходов от абонентской платы по годам.

Таблица 6.5 – Доходы от абонентской платы за один месяц 1-го года

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. 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	300	500	1000	5	300	2,5	302,5
Цифровое телевидение	200	-	400	-	80	-	80
За пользование телефонной сетью	100	-	200	-	20	-	20
Итого:					400	2,5	402,5

$$D_{AB ПЛАТА} = 402,5 * 12 = 4830 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход в первый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 302,5 + 4830 = 5132,5 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.6 – Доходы от абонентской платы за один месяц 2-го года

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. 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	300	500	2000	10	600	5	605
Цифровое телевидение	200	-	800	-	160	-	160
За пользование телефонной сетью	100	-	400	-	40	-	40
Итого:					800	5	805

$$D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 805 * 12 = 9660 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход во второй год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 302,5 + 9660 = 9962,5 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.7 – Доходы от абонентской платы за один месяц 3-го года

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. 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	300	500	4000	19	1200	9,5	1209,5
Цифровое телевидение	200	-	1600	-	320	-	320
За пользование телефонной сетью	100	-	800	-	80	-	80
Итого:					1600	9,5	1609,5

$$D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 1609,5 * 12 = 19314 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход за третий год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 604,5 + 19314 = 19918,5 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.8 – Доходы от абонентской платы за один месяц 4-го года

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. 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	300	500	7000	33	2100	16,5	2116,5
Цифровое телевидение	200	-	2800	-	560	-	560
За пользование телефонной сетью	100	-	1400	-	140	-	140
Итого:					2800	16,5	2816,5

$$D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 2816,5 * 12 = 33798 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход за четвертый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 907 + 33798 = 34705 \text{ тыс. рублей.}$$

Таблица 6.9 – Доходы от абонентской платы за один месяц 5-го года

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс. 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	300	500	10000	47	3000	23,5	3023,5
Цифровое телевидение	200	-	4000	-	800	-	800
За пользование телефонной сетью	100	-	2000	-	200	-	200
Итого:					4000	23,5	4023,5

$$D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 4023,5 * 12 = 48282 \text{ тыс. рублей.}$$

Общий тарифный доход за пятый год составляет:

$$D_T = D_{\text{ПОДКЛ.}} + D_{\text{АБ ПЛАТА}} = 907 + 48282 = 49189 \text{ тыс. рублей.}$$

Все последующие года доход будет составлять столько же, сколько на 5-м году без учета дохода от подключения, т.е. 48282 тыс. рублей.

6.4 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. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле:

$$NPV = PV - IC \quad (6.10)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.11); IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (6.12).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.11)$$

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

$$IC = \sum_{n=0}^T \frac{IC_n}{(1+i)^n} \quad (6.12)$$

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

Результаты расчетов сведены в таблицу 6.10. Необходимо отметить, что в проекте норма дисконта составляет 15%.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Таблица 6.10 – Оценка экономических показателей с учетом дисконта, руб

Год	PV	IC	NPV
0	0	52286352,7	-52286353
1	4463043,48	58102491	-53639448
2	11996124,8	63160002,6	-51163878
3	25092861,8	67557838,7	-42464977
4	44935558,2	71382044,1	-26446486
5	69391184,7	74707440,1	-5316255
6	90264825,6	77599088,7	12665737
7	108415818	80113565,8	28302252
8	124199289	82300067,6	41899222

Как видно из приведенных в таблице 6.10 рассчитанных значений, проект окупиться на седьмом году эксплуатации.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + NPV_n / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (6.13)$$

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:

$$PP = 6 + 12665737 / (5316255 + 12665737) = 6,7 = 6 \text{ лет } 9 \text{ месяцев.}$$

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

$$PI = PV/IC \quad (6.14)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (6.11), IC – поток инвестиций, рассчитываемый по формуле (6.12).

На конечный срок расчетного периода – 6 лет индекс рентабельности будет равен:

$$PI = 90264825,65/77599088,72 = 1,16$$

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1). \quad (6.15)$$

$$IRR = 12 + \frac{12665736,92}{12665736,92 - (-1159661,093)} (21 - 12);$$

$$IRR = 12 + 8,25 = 20,25\%$$

В итоге норма дисконта проекта составляет 20,25%, что является следствием эффективности принятых решений. А также возможности принятия данного проекта к реализации.

Основные технико-экономические показатели, рассчитанные в данном разделе, занесены в таблицу 6.11.

Таблица 6.11 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Количество абонентов	10047
Капитальные вложения, тыс. руб.	52 286,353
Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.	6 688,560
Фонд оплаты труда, тыс. руб.	1 008
Страховые взносы, тыс. руб.	302,4
Амортизационные отчисления, тыс. руб.	2 614,318
Материальные затраты, тыс. руб.	2 261,796
Прочие расходы, тыс. руб.	403,2
Срок окупаемости	6 лет 9 месяцев

Анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует об эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность.

7 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА

К монтажу и обслуживанию телекоммуникационного оборудования допускаются только лица, достигшие 18 лет и имеющие соответствующее образование. Причем они должны руководствоваться соответствующими нормативно-правовыми документами и инструкциями. В частности [12,13,14]:

- «Типовой инструкцией по охране труда при работах на волоконно-оптических кабелях связи»,
- «Типовой инструкцией по охране труда для электромонтажников кабельных сетей»,
- «Типовой инструкцией по охране труда при испытании изоляции жил кабелей связи»,
- «Инструкцией по охране труда при прокладке кабеля по стенам зданий»,
- «Инструкцией по охране труда при работах связанных с монтажом и эксплуатацией домовых распределительных сетей»,
- «Инструкцией по охране труда при монтажных работах на кабельных линиях связи».

В инструкциях описаны требования, предъявляемые к персоналу при выполнении конкретных работ. Все сотрудники должны проходить обязательный инструктаж и расписываться в соответствующем журнале о его прохождении.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы разработана мультисервисная сеть связи для жителей Западного микрорайона пгт.Мурино Ленинградской области.

Анализ инфраструктуры поселка показал, что поселок является активно развивающимся. В поселке ведется активное строительство жилых многоэтажных домов. В микрорайоне на сегодняшний день отсутствует сеть связи.

Проведенный анализ литературы показал, что для реализации сети связи в Западном микрорайоне пгт.Мурино целесообразно использовать технологию FTTH на базе Ethernet. На основе проведенной оценки пропускной способности установлено, что на уровне доступа и агрегации целесообразно использовать оборудование поддерживающее технологию GigabitEthernet, а на уровне ядра – технологию 10GigabitEthernet. Для реализации сети предлагается использовать оборудование фирмы DLink.

Проведенный анализ технико-экономических показателей проекта показал, что капитальные вложения в проект составляют 52 миллиона 286 тысяч 353 рубля. При этом ежегодные расходы составят 6 миллионов 688 тысяч 560 рублей. При условии поэтапного в течение 5 лет подключения 10047 абонентов проект окупится через 6 лет и 9 месяцев. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности принятых решений.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Climate-data.org // [Официальный сайт] URL: <https://ru.climate-data.org/>
2. D-Link // [Официальный сайт] URL: <http://www.dlink.ru/> (Дата обращения: 16.01.2019г)
3. OpenStreetMap Карта Мурино // [Официальный сайт] URL: <https://www.openstreetmap.org/> (Дата обращения: 15.12.2018г)
4. «Xcom-shop» // [Официальный сайт] URL: <https://www.xcom-shop.ru> (Дата обращения: 16.01.2019г)
5. Денисьева О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для «последней мили». - М.: Эко-Трендз, 2000. -141 с.
6. Дом.ru // [Официальный сайт] URL: <https://interzet.domru.ru> (Дата обращения: 17.12.2018г)
7. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2003. - 432 с.
8. Интернет провайдер Cactus-net // [Официальный сайт] URL: <https://cactus-net.ru/index.php/tarif> (Дата обращения: 17.12.2018г)
9. КДДС – Оборудование для сетей связи // [Официальный сайт] URL: <https://www.kdds.ru/> (Дата обращения: 16.01.2019г)
10. Муниципальное образование «Мурино» России // [Официальный сайт] URL: <https://xn----7sbapuabb4afggnvkrx7c1l.xn--plai/> (Дата обращения: 15.12.2018г)
11. Технологии мультисервисных сетей связи: Учебное пособие. ГОУВПО. – СПб., 2009.
12. Типовая инструкция по охране труда для электромонтажников кабельных сетей: РД 34.03.287-98, 1 июля 1998г [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 1998.

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

13. Типовая инструкция по охране труда при испытании изоляции жил кабелей связи: ТОИ Р-45-069-97, 1 сентября 1998г [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 1998.

14. Типовая инструкция по охране труда при работах на волоконно - оптических кабелях связи: ТОИ Р-45-071-97, 1 сентября 1998г [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 1998.

15. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. - СПб.: Наука и Техника, 2005. -240 с.

16. Федеральная Недвижимость - портал о недвижимости Ленинградской области // [Официальный сайт] URL:<http://lo.fedned.ru> (Дата обращения: 15.12.2018г)

17. Электронный дискаунтер ООО Ситилинк // [Официальный сайт] URL: <https://www.citilink.ru/> (Дата обращения: 16.01.2019г)

					<i>11120005.11.03.02.198.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43