

Содержание

Введение.....	2
1. Техничко-эксплуатационная часть.....	3
1.1 Анализ участка модернизации.....	3
1.2 Технические характеристики оборудования.....	8
2. Техническая часть.....	12
2.1 Выбор оборудования.....	12
2.2 Разработка схемы связи.....	21
2.3 Расчет длины регенерационного участка.....	24
2.4 Расчет и построение диаграммы уровней передачи.....	28
2.5 Расчет показателей надежности.....	30
3. Экономическая часть.....	34
3.1 Расчет капитальных вложений.....	34
3.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	36
Заключение.....	41
Список использованных источников.....	42
Приложение 1.....	43
Приложение 2.....	44

Введение

Связь на железнодорожном транспорте является одной из главных инфраструктура. Без связи невозможна была бы быстрая передача как голосовой, так и письменной информации.

Раньше связь на железнодорожном транспорте была аналоговой. Аналоговая связь не позволяет передавать большое количество информации, а в связи с развитием железнодорожной инфраструктуры стало требоваться передача информации в больших объемах, что аналоговая связь не могла обеспечить и невозможна была модернизация аналоговой связи в связи с устаревшей аппаратурой. На смену аналоговой связи пришла цифровая связь, которая позволяет передачу информации достаточно быстро и в больших объемах. Со временем цифровое оборудование подлежало модернизации, внедрению новейших технологий.

В настоящее время предоставлен очень широкий выбор цифрового оборудования как отечественного производителя, так и зарубежного, с применением различных технологий и различного уровня передачи сигнала, с разной скоростью.

1. Техничко-эксплуатационная часть

1.1 Анализ участка модернизации

Протяженность данного участка Иркутск - Слюдянка составляет 153,7км. Данный участок разбит на 15станций. Расположение станций и расстояние между ними показано на рис 1.1

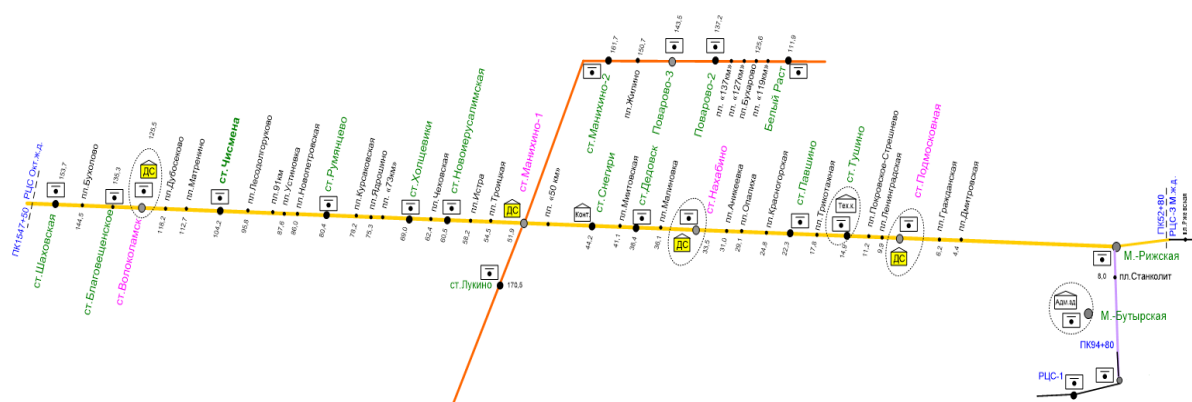


рис 1.1- Расположение станций Рижского направления.

Оборудование связи установлено на узле ЛАЗ станции М.Рижская.

Оборудования первичной цифровой сети связи:

1.Синхронной иерархии мультиплексор уровня (STM-1) СМК-30 MUX 14.2.

2.Плезнохронной иерархии мультиплексор уровня (E1) T-130 (2E1).

Так же данное оборудование установлено на 15 станциях Рижского направления (19 штук СМК-30 MUX 14.2, 2 штуки T-130 (2E1), 4 штуки ADM-4/1).

Через СМК30 передаются следующие виды связи:

1.Поездной радиосвязи.

2. Планерки.

3. Телефонные аппараты.
4. Цифровые пульта.
5. ДСП.
6. Связь с переездами.
7. Межстанционная связь, перегонная.
8. Регистраторы.
9. ДСП операторы.
10. Диспетчерские круги.

T-130 (2E1) имеет 2 потока E1

Оборудования доступа:

1. Оборудование уплотнения абонентских линий.
стационарный полукомплект.

ИКМ-8

Коммутатор_IP

Маршрутизаторы_IP

SISCO 2800

Оборудование оперативно-технологической связи:

1. СМК-30КС
2. СМК-30
3. Пульт ОТС SIEMENS.

Оборудование оперативно-технологической связи установленное на участке Иркутск-Слюдянка

На участке установлено 17 штук СМК-30 и 17 штук СМК-30КС, две крупные станции имеют ответвления М.Рижская (УМЖД, ЛАЗ М.Савеловская), Манихино -1 через оборудование SMS-150 уходит на Лукино и Манихино- 2 а, так же от станции Шаховская на станцию Муриково.

Оптический кабель ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2) и ОКМС-А-6(2,4)СП-24(2) подвешен на контактных опорах. Конструкция кабеля показаны на рис 1.4

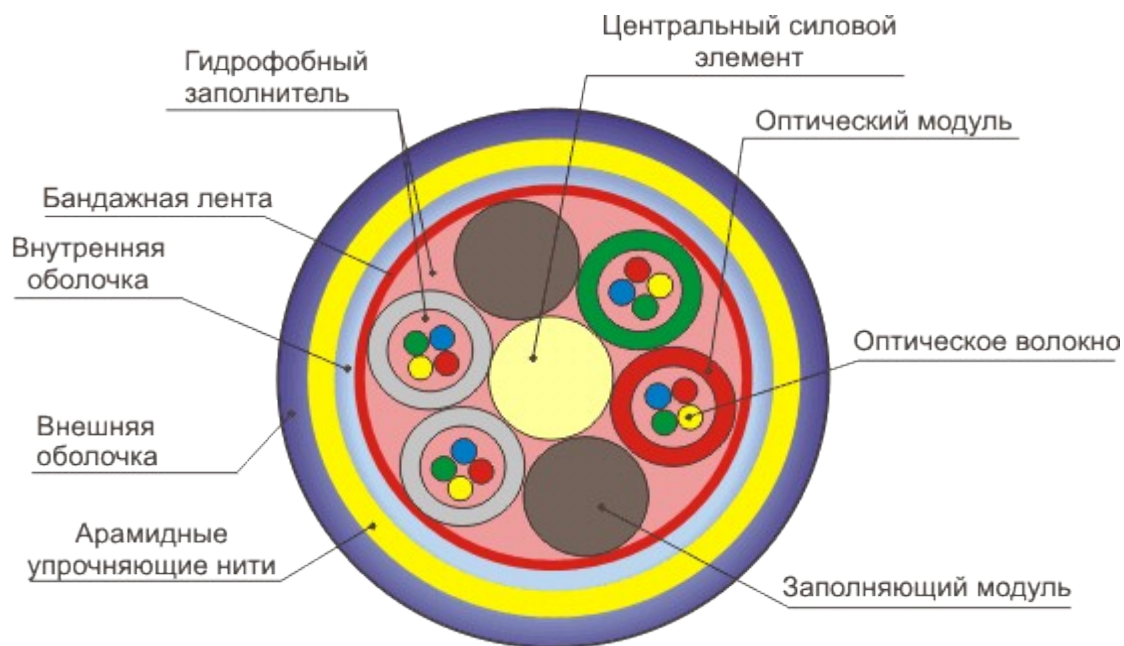


рис1.4 - Оптический кабель ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2)

ОК - Оптический кабель;

МС - Магистральный диэлектрический самонесущий;

А - обмотка из арамидных нитей;

4 - Количество оптических модулей;

2 - Количество заполняющих;

2,4 - Номинальный наружный диаметр элементов;

СП - стеклопластиковый пруток;

16- Количество оптических волокон в кабеле;

2 - стандартными одномодовыми оптическими волокнами.

G652.

ОКМС-А-6(2,4)СП-24(2)- кабель диэлектрический самонесущий с внешней оболочкой из полиэтилена, с силовыми элементами из арамидных нитей, внутренней оболочкой из полиэтилена, с 6 оптическими модулями с номинальным внешним диаметром 2,4мм, скрученных вокруг стеклопластикового прутка, с 24 стандартными одномодовыми оптическими волокнами[1].

Распределение волокон оптического кабеля предоставлены в таблицах 1.1 и 1.2

Таблица 1.1- распределение волокон кабеля ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2)

Номер кабеля	Марка кабеля		№№ волокон	Наименование линий, пускового комплекта		Наименование кабельной секции, участка	
	ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2)		1-16	М.Рижская ДС-Подмосковная ДС - Лихоборы ДС		на Подмосковная ДС	
Кросс включено							
ОВ маг	ОВ отв	пор т	Назначение ст.соединения	Место вкл.	Тип обор. номер	Порт обор.	Использование соединения
1		1	Свободен				
2		2	Свободен				
3		3	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	11	УЖД Телеконференция ЦКБ-ГВЦ
4		4	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	13	УЖД Телеконференция ЦКБ-ГВЦ
5		5	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 3	Rx	УЖД СМК-30 М.Рижская ДС- СМК-30 Лихоборы ДС
6		6	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 3	Tx	УЖД СМК-30 М.Рижская ДС- СМК-30 Лихоборы ДС
7		7	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	9	УЖД Интернет в РОАТ
8		8	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	10	УЖД Интернет в РОАТ
9		9	Свободен				
10		10	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	17	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ
11		11	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	18	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ
12		12	Свободен				
13		13	Свободен				
14		14	Свободен				
15		15	Свободен				Резервная трасса М.Рижская ДС- Лихоборы ДС

16		16	Свободен				Резервная трасса М.Рижская ДС- Лихоборы ДС
----	--	----	----------	--	--	--	---

Таблица 1.2- распределение волокон кабеля ОКМС-А-6(2,4)СП-24(2)

Номер кабеля	Марка кабеля		№№ волокон	Наименование линий, пускового комплекта		Наименование кабельной секции, участка	
	ОКМС-А-6(2,4)СП- 24(2)		1-24	М.Рижская ДС- Нахабино ДС		на Подмосковная ДС	
Кросс включено							
ОВ маг	ОВ отв	порт	Назначение ст.соединения	Место вкл.	Тип обор. номер	Порт обор.	Использование соединения
1		1	ЦТТК: ADM4/1	ADM4/1	77MRIGS_1L2	sl.60 out	ЦТТК: 77MRIGS_112(60)- 77PODMO_112(20)
2		2	ЦТТК: ADM4/1	ADM4/1	77MRIGS_1L2	sl.60 in	ЦТТК: 77MRIGS_112(60)- 77PODMO_112(20)
3		3	Свободен				
4		4	Свободен				
5		5	Свободен				
6		6	Свободен				
7		7	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	15	ЦТТК: 77MRIGS_3L6(35.1)- 77PODMO_2L3(LSI)
8		8	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	16	ЦТТК: 77MRIGS_3L6(35.1)- 77PODMO_2L3(LSI)
9		9	Свободен				
10		10	Свободен				
11		11	Коммерческий	кросс	ОК№1 М.Савеловская ДС	19	ЦТТК: CN-SVK29- 88sa_М.СавеловскаяДС- МедиаконвертерTELE2_ НахабиноДС
12		12	Свободен				
13		13	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	47	ЦТТК: 77MRIGS_12H2- LOGIKA LTD
14		14	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	48	ЦТТК: 77MRIGS_12H2- LOGIKA LTD
15		15	Свободен				
16		16	Свободен				

17		17	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	15	УЖДSDM-4_ЦСС-SDM-4_ПоваровоРРЛ
18		18	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	16	УЖДSDM-4_ЦСС-SDM-4_ПоваровоРРЛ
19		19	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	1	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ
20		20	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	2	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ
21		21	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 1	Тх	УЖД СМК-30_М.Рижская ДС - СМК-30 _ Подмосковная ДС
22		22	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 1	Rx	УЖД СМК-30_М.Рижская ДС - СМК-30 _ Подмосковная ДС
23		23	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	3	УМЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ
24		24	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	4	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ

1.2 Технические характеристики оборудования

Мультиплексор СМК-30 применяется для построения первичных сетей связи синхронной цифровой иерархии (SDH) уровней STM-1, STM-4, организации первичных сетей по кабельным и воздушным линиям связи, организации сети первичных мультиплексоров $n \cdot 64$ Кбит/с с различными окончаниями с расширенными функциями и дополнительными технологическими возможностями, организации сети маршрутизаторов 2-го и 3-го уровней с протоколами TCP/IP и голосовыми VoIP шлюзами, построения сетикоммутационных телефонных станций различного назначения, организации сети связи совещаний, организации сети станций оперативно-технологической связи, систем видеонаблюдения, охранно-пожарной сигнализации [2]. В таблице 1.3 приведены характеристики мультиплексора СМК-30.

Таблица 1.3 - характеристики СМК-30.

Количество оптических слотов SFP	2-5 *
Количество встроенных каналов E1	4,8 *
Количество каналов E1 с модулями расширения	21-63 *
Максимальное количество абонентских модулей	15
Максимальное количество абонентских каналов	120
Емкость коммутатора	1024 для nx64 кБит/с 2 STM-1 (исп.3) до 5 STM-1, до 2 STM-4 (исп.4)
Характеристики коммутации	произвольная на уровнях nx64 кБит/с, nx2048 кБит/с, STM-1, STM-4

Мультиплексор типа Т-130(2Е1) служит для передачи голосовых сообщений и цифровых данных[3]. Технические характеристики мультиплексора предоставлены в таблице 1.4

Таблица 1.4 - технические характеристики мультиплексора Т-130

Общие параметры системы	
Число аналоговых каналов	до 60 (до 240 с компрессией) (кодирование речи - в соответствии с Рек. МСЭ-Т G.711 или G.726)
Число цифровых каналов с интерфейсами V.35 G.703.1, RS-232	до 62
Цифровой интерфейс G.703 2 Мбит/с код передачи входное сопротивление синхронизация допустимые потери на частоте 1,024 МГц (без дополнительных линейных интерфейсов)	HDB-3 / AMI (в соответствии с Рек. МСЭ-Т G.703) 120 Ом внутренняя, внешняя, от принимаемого потока 0÷6 дБ
Сигнализация для аналоговых абонентов	по 16 КИ (G.704)
Джиттер	в соответствии с Рек. МСЭ-Т G.732, G. 736, G.823

Режим работы	круглосуточный (относительная влажность до 85% при температуре +30С)
Внешнее управление	от IBM PC компьютера (с минимальной конфигурацией 486 DX 66/4 Мбайт ОЗУ) по RS-232/9,6 кбит/с, через сетевое оборудование (модем, цифровой канал, маршрутизатор и т.д.)

Оптический кабель ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2) и ОКМС-А-6(2,4)СП-24(2) применяется для подвески на контактных опорах сети железных дорог. Технические характеристики кабеля в таблице 1.5

Таблица 1.5-Технические характеристики оптический кабель ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2) и ОКМС-А-6(2,4)СП-24(2)

1	Количество оптических волокон в кабеле, шт.	2 - 144
2	Максимальное количество оптических волокон в одном модуле, шт.	12
3	Тип оптических волокон, по рекомендации ITU-T...	G.651 G.652 G.655
4	* Коэффициент затухания, дБ/км, не более, на длине волны: $\lambda=1310$ нм $\lambda=1550$ нм	0,36 0,22
5	* Длина волны отсечки, нм, не более:	1270
6	* Хроматическая дисперсия, пс/(нм*км), не более, в диапазоне длин волн: (1285-1330) нм (1525-1575) нм	3,5 18
7	Номинальный диаметр кабеля (Дкаб), мм	11,8 - 23,7
8	Температура эксплуатации, °С	- 60 ...+70
9	Температура монтажа, °С, не ниже	-10
10	** Нормированная строительная длина, км, не менее	4,0
11	Расчетная масса кабеля, кг/км	114 - 488
12	Допустимое растягивающее усилие, кН	3,0 - 30,0
13	Допустимое раздавливающее усилие, кН/см, не менее	0,25
14	Минимальный допустимый радиус изгиба, мм	20 Дкаб

Необходима модернизация данного участка так как оборудование СМК-30 имеет всего 4 внешних потока, а для увеличения числа потоков необходимо занимать посадочные места. При занятии посадочных мест (СМК-30 имеет 15 посадочных мест) дополнительными платами для увеличения потоков теряется место, где можно произвести подключение диспетчерского круга, поездной радиосвязи и тд. Так же СМК-30 имеет 5 портов STM-1, что очень мало, и для дальнейшего развития сети необходимо большее количество потоков и портов STM-1.

2. Техническая часть

2.1 Выбор оборудования

2.1.1 BG-20 и Artemis

BG-20 — уникальный, полностью интегрированный мультиплексор SDH, разработанный для сетей доступа и корпоративных сетей, поддерживающий сервисы первого и второго уровней рис 2.1



рис 2.1- BG-20

BG-20 является мультиплексором уровней STM-1 - STM-4, как терминальных так и топологий ввод-вывода. BG-20 предоставляет интерфейсы передачи данных PCM, TDM, 10/100 BaseT и GbE. В таблице 2.1 предоставлены технические характеристики bg-20.

BG-20 предоставляет возможность использовать преимущества масштабируемых решений на основе технологий SDH, WDM и передачи данных (Ethernet, IP, ATM, SAN), начиная от сетей доступа городского типа и клиентских окончаний и заканчивая транспортным уровнем. Высокая плотность интерфейсов. Все интерфейсы находятся спереди до 6 x STM-1 или 3 x STM-4, замена интерфейсов STM-1 на STM-4 не влияющая на непрерывность потока.

BG-20 состоит:

1U BG-20B - базовая платформа

2U BG-20E - платформа расширения

16VC-4 x 16VC-4 @ VC-4/3/12 матрица кросс-коммутации

Клиентские интерфейсы от STM-4/GbE до 64Kbit/s: STM-1/4, E1,

E3/DS3, FE, GbE , FXS, FXO, 2W/4W E&M, V.35, V.24.

BG-20B Ethernet: L1/L2 cQoS и GFP/LCAS.

Работая под управлением многомерной сетевой системы управления LightSoft BG-20 предоставляет возможность контролировать и управлять всеми физическими и технологическими уровнями сети[4].

Таблица 2.1 - технические характеристики bg-20

Интерфейсы, топологий и защита	
Притоке SDH и агрегатные интерфейсы	STM-1 и STM-4
Интерфейсы PDH трибутарные	E1, E3, DS-3
Для работы с данными интерфейсы	10/100/1000 Мбит, Ethernet поверх SDH (ЭОС), Ethernet над PDH (ПРН), IP, MPLS
интерфейсы PCM	FXO, FXS, 2 / 4W E & M, V24, V35, G.703 64К, V11 / X21
Топологии	Сетка, мульти-кольцо, кольцо, звезда, линейный
Возможности системы	
Ethernet	Уровень 1 40 x 10/100 8 x 1000SX / LX / ZX Layer 2 и MPLS 40 x 10/100 8 x 1000SX / LX / ZX
SDH	18 x STM-1 3 x STM-4
PDH / PCM	252 x E1, E3 18 x 18 x DS-3, 72 x PCM I / F
Другие характеристики	
Входная мощность	-40 В постоянного тока до -75 В постоянного тока 220 В
Рассеиваемая мощность (Max./Typical)	
BG-20B	55/40 Вт
BG-20E	130/60 W
Диапазон рабочих RH	5% до 95%
стандарты охраны окружающей среды	ETS 300 019-1-3 Class 3.3 ETS 300 019-1-1 Class 1.2 ETS 300 019-1-2 Class 2.3
безопасности	EN 60950/2000, в соответствии с директивой LVD 72/23 / EEC EN 60825 -1 & 2

управление	Впрыток управление всеми слоями и услуг
Габаритные размеры (мм)	
BG-20B	44 (В) x 465 (Ш) x 263 (Г)
BG-20E	88 (В) x 465 (Ш) x 263 (Г)

Artemis

Полка Artemis является полностью пассивной оптической платформой, которая дополняет уже существующие линейки продуктов ECI Telecom, такие как Apollo, XDM®, BroadGate® (BG) и NPT.

В Artemis встроена самая передовая технология фильтрации, что позволяет снизить затухание, увеличить дистанцию передачи сигнала, а также снизить общую стоимость сети. Оборудование поддерживает межсетевое взаимодействие с любым продуктом, который соответствует стандарту ITU-T G.694.2 (CWDM) и ITU-T G.694.1 (DWDM), в том числе всеми видами Apollo/XDM, модулями мультиплексора/демультиплексора, BG, а также платформой NPT.

Платформа Artemis предлагает низкую стоимость, высокую модульность, компактность и очень высокую плотность. Ее пассивный оптический модуль освобождает слоты в существующих платформах для более активных модулей, что позволяет сетевым операторам расширять сети, вкладывая меньше инвестиций в инфраструктуру, что приводит к уменьшению совокупной стоимости владения (TCO).

Все фильтры включают в себя две точки мониторинга, которые чрезвычайно полезны для выравнивания длины волны.

Полка Artemis доступна в различных размерах для удовлетворения потребностей каждой сети и объекта. Полка Artemis доступна в следующих размерах:

размер 1 RU, поддерживает 2 слота

размер 2 RU, поддерживает 4 слота

размер 4 RU, поддерживает 8 слотов[5].

2.1.2 SDH-мультиплексор Транспорт S1

SDH-мультиплексор Транспорт S1 представляет собой современное оборудование с экономичной ценой для построения сетей STM-1. Транспорт-S1 разработан для российского рынка и содержит богатый функционал. технические характеристики в таблице 2.2

Возможность SDH-мультиплексор Транспорт S1

- количество передаваемых потоков E1: 21/ 42/ 63
- количество передаваемых интерфейсов Ethernet 10/100BaseT : 1...18
- тип интерфейса: STM-1, скорость 155, 520 Мбит/с
- длина волны оптического интерфейса: 1310 (1550 – опция)
- длина ВОЛС: 0...120 км
- управление: TCP/IP, 10/100BaseT
- интерфейс служебной связи: 64 кбит/с
- электропитание: 36/72В или 220В

Оборудование может работать в синхронном и асинхронном режимах и допускает использование одномодового или многомодового оптоволокна.

Как и другие современные мультиплексоры SDH, «Транспорт-S1» поддерживает удалённое конфигурирование и управление по протоколу TCP/IP, 10/100BaseT[6].

Экономичная цена, не имеющая аналогов на российском рынке.

Таблица 2.2 - технические характеристики SDH-мультиплексор Транспорт S1

Топология: Точка-точка, кольцо, цепь				
Линейные интерфейсы:				
Тип интерфейса	E1	Ethernet 10/100BaseT	STM-1	Дополнительный Ethernet 10/100BaseT
	рек. ITU-T G.703	протокол GFP, поддержкаVCAT, LCAS	рек. ITU-T G.957/G.958	Поддерживает передачу любых пакетов, вт.ч. и VLAN. Можно использовать для управления внешним оборудованием.

Количество Интерфейсов	21 ... 63	1 ... 18	2	1
Скорость передачи, Мбит/с	2,048	n*VC12, где n=1..21	155, 520	0,192 (DCCR) 2,048 (VC-12,E1) 48, 384 (VC-3)
Линейный код	HDB3	-	NRZ	-
Импеданс, Ом	120	-	-	-
Кол-во мест под платы расширения	3			
Управление:				
Порт управления	TCP/IP, 10/100BaseT			
Интерфейс нижнего уровня	Vt100, X-modem, TelNet. Используя интерфейс нижнего уровня пользователь может адаптировать «Транспорт-S1» к своей системе управления или написать собственное программное обеспечение			
Интерфейс верхнего уровня	Программное обеспечение «Центр управления ЦВОЛТ» разработки «Русской телефонной компании»			
Каналы удаленного доступа	VC-12 или DCCM, прозрачность неиспользуемого канала			
Синхронизация:				
Источники синхронизации	L1.1, L1.2, любой из потоков E1, от входа внешней синхронизации 2048 кГц			
Вход внешней синхронизации	2048 кГц, рек. ITU-T G.703.10 (120 Ом сбалансированный)			
Выход внешней синхронизации	2048 кГц, рек. ITU-T G.703.10 (120 Ом сбалансированный)			
Управление синхронизацией	Поддержка SSM			
Матрица коммутации:				
Емкость	252x252 VC-12, 12x12 VC-3			
Вид защиты	SNCP 1+1 на уровне VC-12			

2.1.3 Мультиплексор SDH (STM-1) Huawei OptiX Metro 500 (com)

Система передачи OptiX Metro 500 предназначена для построения мультисервисных корпоративных и операторских сетей масштаба города, характеристики системы в таблице 2.3. Оборудование может служить для организации доступа к транспортным и магистральным сетям, соединения базовых станций в сетях сотовых операторов, подключения коммутационных

станций, организации связи между сегментами ЛВС и т.д. Как и все семейство SDH-мультиплексоров OptiXMetro, платформа обеспечивает эффективную передачу трафика TDM, ATM и IP.

Поддерживается скорость передачи на уровне STM-1 (155 Мбит/с). Оборудование обладает небольшими размерами, характерными для класса устройств микро-SDH. В сетях, построенных на устройствах OptiXMetro 500, обеспечивается динамическое распределение полосы пропускания пользователям в соответствии с объемами проходящего трафика, т.к. система использует статистический, а не фиксированный метод мультиплексирования данных.

Емкость системы эквивалентна трем потокам STM-1. Матрица кросс-коммутации имеет размерность 6x6 VC-4. В базовой конфигурации платформа может поддерживать передачу 32 потоков E1[7].

Таблица 2.3 - Характеристики системы Huawei OptiXMetro 500

Скорость передачи	STM-1 (S-1.1, L-1.1, L-1.2);
Интерфейсы	32 x 2 Мбит/с (G.703), 2 x 10/100 Base-T Ethernet*, 16 x 2 Мбит/с (G.703)*, 3 x 34 Мбит/с (G.703)*, 3 x 45 Мбит/с (G.703)*, 4 x G.SHDSL*, 2 x V.35/X.21 + 4 x E1, N*64 кбит/с (V.35/V.21/V.24/X.21/RS449/RS530)
Уровень коммутации	VC-12, VC-3, VC4;
Механизмы защиты	Path Protection, SNCP**, Linear MSP**, MS SPRing**, Power Redundant
Синхронизация	лучше чем ± 4.6 ppm
Самосинхронизация	± 0.37 ppm/24 часа
Режим удержания	STM-1, 2 Мбит/с;
Обслуживание	локальная, удаленная загрузка и модернизация ПО. Конфигурирование. Резервное копирование базы данных. Возможность установки шлейфа. Безопасность лазера - G.958. Интерфейс TMN - T2000 Ethernet DCC 1, 3 TCP/IP. Аварийные сообщения - отчет, фильтр, преобразование
Служебная связь и внешняя синхронизация	источник* - байты E1/E2, витая пара 600 Ом. Два внешних 2Мбит/с или 2МГц
Питание и потребление	48VDC(-38.4~-72), 24VDC(18~-36), 220VAC(85~-285). 21W (16E1+ 2x10/100
Типовая конфигурация	BaseT: 35W);
Условия эксплуатации	температура -5 -55С, влажность: 5% ~ 95%;
Размеры	436 x 293 x 42 мм;

Пользовательский канал	один канал (F2 байт), 19,2кбит/с, RS232-C
------------------------	---

2.1.4 Мультиплексор 1645 АМС

1645 АМС это компактное устройство, поддерживающее 2 порта STM-4 и 2 порта STM-1, а так же модули GigabitEthernet в дополнительном слоте, в таблице 2.4 предоставлены характеристики мультиплексора 1645 АМС[8].

Таблица 2.4- Характеристики мультиплексора 1645 АМС

Тип/класс:	мультиплексор уровня STM-1/4
Производитель:	Alcatel-Lucent
Основные технические характеристики	2 порта STM-4 и 2 порта STM-1, а так же модули GigabitEthernet в дополнительном слоте.
Область применения	Городские транспортные сети
Преимущества и отличительные особенности	2*STM-1/4 (SFP) + 2 STM-1 (SFP) STM-1 SFPs: S-1.1, L-1.1, L-1.2, STM-1e, STM-1 SiFi (bidirectionalSFP) STM-4 SFPs: S4.1, L4.1, L4.2, STM-4 SiFi 16*E1 interface (75&120 Ohm) EOW interface 4 x MDI and 4 x MDO contacts Largenon-blocking XC (76*VC-4 HO, 16*VC4 LO), PM NIM 8 x VC-4 емкость слота расширения
Внутренняя шина рассчитана на применение плат большой емкости (выйдут позже)	1.5 RU включая 4 x SFP Один слот расширения Вентиляция естественная
Дополнительные платы	16 port E1 16 port DS1 12 port SHDSL 8 port E/FE EPL 3×10/100 Base-T, 1×10/100/1000 Base-T, 1×1000 Base-FX SFP 6 port STM-1 (support SFP) 3 port E3/DS3

2.1.5 Сравнительный анализ оборудования

Современный рынок оборудования для сетей доступа, корпоративных сетей, транспортных сетей на железной дороге достаточно развит и предлагают обширный выбор оборудования как отечественных так и

зарубежных производителей.

Для выбора оборудования необходимо произвести сравнительный анализ который будет использоваться на участке описанного выше. Сравнительный анализ оборудования представлен в табл.2.5

Таблица 2.5- сравнительный анализ оборудования

	BG-20 и Artemis	Транспорт S1	OptiX Metro 500	1645 AMC
Притоки SDH и агрегатные интерфейсы	STM-1 STM-4	STM-1	STM-1	STM-4 STM-1
Интерфейсы PDH	E1,E3	E1	E1	E1,E3
Количество портов SDH	18xSTM-1 3xSTM-4	2xSTM-1	3xSTM-1	2xSTM-4 8xSTM-1
Цена	80710 руб	49 220руб	117000руб	96000 руб

Исходя из сравнительного анализа оборудования следует выбрать BG-20 и Artemis так как этот мультиплексор имеет не высокую стоимость относительно остальных мультиплексоров, большее количество портов STM-1 и STM-4, позволяет организовать 21 потока E1 и 18 потоков E3. Пассивная платформа Artemis позволяет снизить затухание, обеспечивает эффективную поддержку интерфейсов CWDM и DWDM. Также это оборудование не требует замены при дальнейшем расширении сети.

2.2 Разработка схемы связи

Для внедрения новой аппаратуры мультиплексора BG-20 и пассивной платформы Artemis необходимо произвести разработку схемы связи с новой аппаратурой. Разместим BG-20 и Artemis на 15 основных станциях после чего произведем отключения кабеля ОКМС -А от СМК-30 и СМК-30КС затем произведем подключения кабеля к пассивной платформе Artemis. Следующим этапом будет производится подключения мультиплексора СМК-

30 и BG-20 к пассивной платформе после произведенного подключения необходимо произвести подключения СМК-30КС и Т-130 к мультиплексору BG-20, а также все потоки Е1 которые проходили через мультиплексор ADM4/1 подключаем к BG-20 что приводит к исключения мультиплексора ADM4/1 из схемы из-за ненадобности и освобождая одну пару волокна в таблицах 2.6 и 2.7 показано распределение волокон кабеля после разработки схемы связи рис 2.2

Таблица 2.6- распределение волокон кабеля ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2)

Номер кабеля	Марка кабеля		№№ волокон	Наименование линий, пускового комплекта		Наименование кабельной секции, участка	
	ОКМС-А-4(2,4)СП-16(2)		1-16	М.Рижская ДС-Подмосковная ДС - Лихоборы ДС		на Подмосковная ДС	
Кросс включено							
ОВ маг	ОВ отв	порт	Назначение ст.соединения	Место вкл.	Тип обор. номер	Порт обор.	Использование соединения
1		1					
2		2					
3		3	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	11	УЖД Телеконференция ЦКБ-ГВЦ
4		4	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	13	УЖД Телеконференция ЦКБ-ГВЦ
5		5	УЖД СМК-30	Artemis	slot 3	In	УЖД СМК-30 М.Рижская ДС- СМК-30 Лихоборы ДС
6		6	УЖД СМК-30	Artemis	slot 3	Out	УЖД СМК-30 М.Рижская ДС- СМК-30 Лихоборы ДС
7		7	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	9	УМЖД Интернет в РОАТ
8		8	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	10	УЖД Интернет в РОАТ
9		9	Свободен				
10		10	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	17	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ

11		11	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басм. д.2	18	УЖД Оборудование ЦСС-ПТКБ
12		12	Свободен				
13		13	Свободен				
14		14	Свободен				
15		15	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 3	Rx	Резервная трасса М.Рижская ДС- Лихоборы ДС
16		16	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 3	Tx	Резервная трасса М.Рижская ДС- Лихоборы ДС

Таблица 2.7 - распределение волокон кабеля ОКМС-А-6(2,4)Сп-24(2)

Номер кабеля		Марка кабеля		№№ волокон	Наименование линий, пускового комплекта		Наименование кабельной секции, участка	
		ОКМС-А-6(2,4)Сп-24(2)		1-24	М.Рижская ДС- Нахабино ДС		на Подмосковная ДС	
Кросс включено								
ОВ маг	ОВ отв	порт	Назначение ст.соединения	Место вкл.	Тип обор. номер	Порт обор.	Использование соединения	
1		1	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 1	Tx	УЖД СМК-30_М.Рижская ДС - СМК-30 _ Подмосковная ДС	
2		2	УЖД СМК-30	СМК-30	slot 1	Rx	УЖД СМК-30_М.Рижская ДС - СМК-30 _ Подмосковная ДС	
3		3	Свободен					
4		4	Свободен					
5		5	Свободен					
6		6	Свободен					
7		7	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	15	ЦТТК: 77MRIGS_3L6(35.1)- 77ПОДМО_2L3(LSI)	
8		8	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	16	ЦТТК: 77MRIGS_3L6(35.1)- 77ПОДМО_2L3(LSI)	
9		9	Свободен					
10		10	Свободен					

11		11	Коммерческий	кросс	ОК№1 М.Савеловская ДС	19	ЦТТК: CN-SVK29- 88sa_М.СавеловскаяДС- МедиаконвертерTELE2_ НахабиноДС
12		12	Свободен				
13		13	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	47	ЦТТК: 77MRIGS_12Н2- LOGIKA LTD
14		14	Коммерческий	кросс	ОК№6 Переходной 1	48	ЦТТК: 77MRIGS_12Н2- LOGIKA LTD
15		15	Свободен				
16		16	Свободен				
17		17	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	15	УЖДSDM-4_ЦСС-SDM- 4_ПоваровоРПЛ
18		18	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	16	УЖДSDM-4_ЦСС-SDM- 4_ПоваровоРПЛ
19		19	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	1	УЖД Оборудование ЦСС- ПТКБ
20		20	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	2	УЖД Оборудование ЦСС- ПТКБ
21		21	УМЖД СМК- 30	Artemis	slot 1	In	УЖД СМК-30_М.Рижская ДС - СМК-30_ Подмосковная ДС
22		22	УМЖД СМК- 30	Artemis	slot 1	Out	УЖД СМК-30_М.Рижская ДС - СМК-30_ Подмосковная ДС
23		23	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	3	УЖД Оборудование ЦСС- ПТКБ
24		24	Коммерческий	кросс	ОК№5 Басманная д.2	4	УЖД Оборудование ЦСС- ПТКБ

2.3 Расчет длины регенерационного участка

Требуется определить длину регенерационного участка для ВОСП СЦИ с двухволоконным линейным трактом на основе синхронного транспортного модуля типаBG-20 фирмы ECI, работающий по кабелю типа ОКМС-А на длине волны 1550нм.необходимы основные параметры BG-20 и кабеля ОКМС-А приведены в таблице 2.6

Таблица 2.6- Основные параметры ВГ-20 и кабеля ОКМС-А

Аппаратура ВГ-20				Кабель ОКМС-А		
$P_{\text{пермиц}}, \text{дБм}$	$P_{\text{прмин}}, \text{дБм}$	$A_{\text{APY}}, \text{дБ}$	$\sigma_{\text{Пхр,нс/нм}}$	$\alpha, \text{дБ/км}$	$D_{\text{хр,нс/нм км}}$	$l_{\text{стр,км}}$
-5	-34	28	2500	0,22	18	4

При выполнении расчетов будем полагать, что затухание одного неразъемного оптического соединителя $A_n = 0,1\text{дБ}$, а энергетический запас $\Delta W_3 = 2\text{дБ}$.

Воспользовавшись данными таблицы 2.6, определим энергетический потенциал:

$$W = p_{\text{пермин}} - p_{\text{прмин}} = -5 - (34) = 29\text{дБ}$$

Подставив в формулу 2.5 значение энергетического потенциала $W = \text{дБ}$, потерь в неразъемных соединениях $A_n = 0,1\text{дБ}$, энергетического запаса $\Delta W_3 = 2\text{дБ}$, коэффициента затухания кабеля $\alpha = 0,22\text{дБ/км}$ и строительной длины $l_{\text{стр}} = 4\text{км}$, а, также учитывая, что применяется двухволоконный линейный тракт, т.е. на кабельном участке отсутствуют дополнительные пассивные компоненты ($A_{\text{п}} = 0$), получим:

$$L_{\text{макс}\alpha} = \frac{W - \Delta W_3}{\alpha + A_n / l_{\text{стр}}} = \frac{29 - 2}{0,22 + 0,1/4} = \frac{27}{0,245} = 110\text{км}$$

Если $A_{\text{APV}} > W$, то $L_{\text{мин}\alpha} = 0$. В нашем случае $A_{\text{APV}} < W$, значит по формуле (2.6) рассчитаем минимальную длину регенерационного участка, ограниченную затуханием:

$$L_{\text{мин}\alpha} = \frac{29 - 0 - 0 - 2 - 28}{0,22 + 0,1/4} = 4,08\text{км}$$

Длину регенерационной секции, ограниченную дисперсией оптического волокна, определим по формуле (2.7). Если в нее подставить значения $\sigma_{\text{Ппр}} = \text{пс/нм}$ и $D_{\text{xp}} = 18 \text{ пс/нм} \cdot \text{км}$, то получим:

$$L_{\text{макс}} = \frac{\sigma_{\text{Глр}}}{D_{\text{xp}}} = \frac{2500}{18} = 138,8 \text{ км.}$$

В качестве максимальной проектной длины выбирается наименьшая из двух рассчитанных, т.е. $L_{\text{макс}} = 110 \text{ км}$. Полученное значение близко к значению оптического интерфейса типа L-1.2 для STM-1. Для размещения регенерационных пунктов выбирается несколько меньшее значение длины регенерационного участка, которую с учетом запасов кабеля, можно взять 100 км.

2.4 Расчет и построение диаграммы уровней передачи

При проектировании и эксплуатации системы связи необходимо знать величины уровней сигнала в различных точках тракта передачи. Чтобы охарактеризовать изменения уровня сигнала вдоль линии связи используют диаграмму уровней – график, который показывает распределение уровней вдоль тракта передачи.

Для построения диаграммы уровней необходимо рассчитать ослабление всех регенерационных участков по формуле:

$$P_{\text{вх}} = P_{\text{вых}} - Y_{\text{пу}} \cdot \left(\alpha + \Delta\alpha + \frac{A_{\text{нс}}}{Y_{\text{сд}}} \right) - n_{\text{рс}} \cdot A_{\text{рс}} - A_{\text{з}} - A_{\text{нс}} \cdot n_{\text{нс}},$$

где $P_{\text{вых}}$ - максимальная мощность на выходе оптического усилителя, $P_{\text{вых}} = 17,5 \text{ дБм}$

$Y_{\text{пу}}$ - увеличение затухания ОВ при температуре воздуха ниже -400С , не превышает $0,05 \text{ дБ}$;

α - километрическое затухание в ОВ, $\alpha = 0,22 \text{ дБ/км}$.

Определяется число строительных длин на каждом регенерационном участке по формуле:

$$n_c = \frac{L_{py}}{l_c},$$

где l_c - строительная длина кабеля, $l_c = 4$ км.

Общее число строительных длин для участка передачи определяет число неразъёмных соединителей:

$$n_{nc} = n_c - 1$$

Результаты расчетов представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Расчет ослаблений регенерационных участков

Рвых	Длина регенерационного участка, км	Количество неразъёмных соединений	Уровень мощности на приеме, дБ
17,5	8,1	1	4,11
17,5	6,8	1	4,47
17,5	7,4	1	4,30
17,5	11,2	2	3,13
17,5	4,9	1	5,01
17,5	5,8	1	4,76
17,5	7,7	1	4,22
17,5	8,6	2	3,87
17,5	8,5	2	3,89
17,5	11,4	2	3,07
17,5	23,8	5	-0,61
17,5	21,3	5	-0,017
17,5	9,8	2	3,53
17,5	18,4	4	0,90

Исходя из полученных результатов, делаем вывод, что полученные уровни на приеме не ниже минимального уровня приема. Затухания на элементарных кабельных участках можно не компенсировать, а значит установка оптических усилителей не требуется.

2.5 Расчет показателей надежности

Необходимо рассчитать показатели надежности линейного участка ВОЛП местной первичной сети длиной $L=153,7$ км на основе оборудования ВГ-20. Среднее время между отказами мультиплексора ввода-вывода $T_o = 106475$ ч.

На первом этапе определим допустимые показатели надежности.

По формуле определим среднее время между отказами $T_o(L)$. Подставив в нее значения $L_M=200$ км, $T_o = 400$ ч и длину проектируемой ВОЛП $L=153,7$ км, получим:

$$T_o(L) = T_o \frac{L_M}{L} = 400 \frac{200}{153,7} = 520,4 \text{ ч}$$

По формуле определим допустимый коэффициент готовности K_G , подставив в нее значение $T_o = 520,4$ ч и значение $T_B = 1,1$ ч:

$$K_{Гдоп} = T_o / (T_o + T_B) = 520,4 / (520,4 + 1,1) = 0,997$$

Допустимый коэффициент простоя $K_{Пдоп}$ получим из формулы, подставив в нее значение $K_{Гдоп} = 0,997$:

$$K_{Пдоп} = 1 - K_{Гдоп} = 1 - 0,997 = 0,003$$

Среднее время безотказной работы оборудования линейного тракта (ОЛТ) найдем, подставив в нее значения $T_o = 2500$, $L_M = 200$ км и $L = 153,7$ км:

$$T_o(L) = T_o \frac{L_M}{L} = 2500 \frac{200}{153,7} = 3253 \text{ ч}$$

Максимум среднего времени восстановления определяется временем восстановления оптического кабеля, т.е. $T_B = 10 \text{ ч}$.

Следовательно, максимальное значение допустимого коэффициента простоя линейного тракта:

$$K_{\text{ЛТдоп}} = T_B / (T_O + T_B) = 10 / (3253 + 10) = 3 \cdot 10^{-3}$$

Для определения показателей надежности оборудования линейного тракта, включающего в себя $L_{\text{ОК}} = 153,7$ км оптического кабеля с интенсивностью отказов $\lambda_{\text{ОК}}$, числом мультиплексоров ввода/вывода $n_{\text{мин}} = 6$, с интенсивностью отказов каждого $1/T_{\text{мин}} = \lambda_{\text{мин}} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$ следует рассчитать суммарную интенсивность отказов по формуле:

$$\lambda = \lambda_{\text{ОК}} + \lambda_{\text{мин}} n_{\text{мин}}$$

Величину $\lambda_{\text{ОК}}$ найдем, подставив в нее значение $M = 0,34$ и $L_{\text{ОК}} = 153,7$ км:

$$\lambda_{\text{ОК}} = \frac{ML}{8760 \cdot 100} = \frac{0,34 \cdot 153,7}{876000} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч.}$$

Подставив в формулу значения $\lambda_{\text{ОК}} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч}$, $\lambda_{\text{мин}} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч}$, и $n_{\text{мин}} = 15$, найдем интенсивность отказов линейного тракта:

$$\lambda = \lambda_{\text{ОК}} + \lambda_{\text{мин}} n_{\text{мин}} = 5,9 \cdot 10^{-5} + 9 \cdot 10^{-6} \cdot 15 = 10,2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/ч.}$$

Среднее время безотказной работы линейного тракта:

$$T_o = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{10,2 \cdot 10^{-4}} = 9,8 \cdot 10^2 \text{ ч}$$

Максимум среднего времени восстановления определяется временем восстановления оптического кабеля, т.е. $T_B = 10 \text{ ч}$.

Ожидаемый коэффициент простоя:

$$K_{\text{Пож}} = T_B / (T_o + T_B) = 10 / (9,8 \cdot 10^2 + 10) = 101 \cdot 10^{-4}$$

Ожидаемый коэффициент простоя намного больше допустимого, т.е. $101 \cdot 10^{-4} > 5,6 \cdot 10^{-4}$, следовательно, необходимо провести мероприятия по повышению надежности.

Необходимо произвести мероприятия по повышению надежности ВОЛП: заменить наименее надежные компоненты ВОЛП на такой же тип оборудования другого производителя (с лучшими показателями надежности), произвести резервирование волокон. Наиболее подходящим мероприятием является резервирование линейного тракта по нижнему уровню на мультиплексор СМК-30.

3. Экономическая часть

Использование ВОСП позволяет увеличить пропускную способность линий связи. Основной задачей проекта является модернизация транспортной сети передачи данных на участке Иркутск-Слюдянка. Основным показателем, характеризующим эффективность модернизации сети связи на участке, является срок окупаемости затрат по ее созданию.

Срок окупаемости (Ток) – минимальный временной интервал от начала осуществления проекта, за пределами которого интегральный эффект становится не отрицательным, то есть этот период, начиная с которого все затраты, связанные с нововведением, покрываются суммарными результатами. Чем короче срок окупаемости, тем выше достоинство проекта [9].

Эффективность внедрения нового оборудования оценена показателями, отражающими соотношение затрат и получаемых результатов, при эксплуатации нового приемопередающего оборудования.

Для определения эффективности внедрения нового оборудования определен также срок окупаемости или период возврата единовременных затрат. При этом срок окупаемости представляет собой минимальный временной интервал, за пределами которого интегральный экономический эффект становится неотрицательным, то есть капитальные затраты целиком покрываются суммарными затратами от осуществления модернизации [10].

3.1 Расчет капитальных вложений

Капитальные вложения – это затраты на расширение воспроизводства основных производственных фондов.

При проведении мероприятий модернизации существующей ВОСП необходимы следующие капитальные вложения:

- на приобретение оборудования мультиплексирования;
- на доставку оборудования;
- на монтаж оборудования.

Расчет капитальных затрат произведем согласно цен заводо-изготовителей. Для организации транспортной сети связи приобретем мультиплексоры BG-20 и пассивную платформу Artemis. Так как питание BG-20 осуществляется от источника напряжением 220 В, установленного на станциях, то учтем затраты на резервный источник. Аппаратуру будем устанавливать в шкафы, имеющиеся в кроссовых помещениях станций.

Все затраты, связанные с внедрением оборудования связи, сведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Капитальные вложения на строительство

Наименование статей затрат	Кол-во	Производит ель	Стоимость единицы, тыс. руб.	
			За единицу	Всего
Раздел А: Приобретение оборудования				
Мультиплексор BG-20	17 шт.	ICE	49,540	842,180
платформаArtemis	17 шт.	ICE	31,170	529,890
Итого:				1372,070
Стоимость тары 0,5 % от стоимости оборудования				6,86
Наценка снабженческо-сбытовых организаций 0,3 % от стоимости оборудования				4,12
Транспортные расходы 2 % от стоимости оборудования				27,44
Заготовительно-складские расходы 1,2 % от общей суммы расходов на оборудование				16,46
Итого по разделу А	1426,95			
Раздел Б: Монтажные работы				
Монтаж и настройки мультиплексорного оборудования 34%			9,6	326,4
Накладные расходы 1 % от стоимости монтажных работ (СМР)				3,26
Плановые накопления 10 % от СМР				32,64
Удорожание стоимости СМР – 2 % от стоимости СМР				6,52

Прочие затраты – 10 % от стоимости СМР				32,64
Итого по разделу Б:	401,46			
Всего по смете:	1828,41			

Таким образом, из таблицы видно, капитальные затраты на внедрение системы передачи составят:

$$K = 1828,41 \text{ тыс. руб.}$$

3.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы – это текущие (ежегодные) расходы предприятия, связанные с обеспечением его производственной деятельности.

В состав эксплуатационных расходов входят следующие затраты:

- заработная плата производственного персонала;
- отчисления на страховые взносы;
- амортизационные нужды;
- расходы на материалы;
- плата за электроэнергию для производственных нужд;
- прочие производственные и транспортные расходы.

3.2.1 Расчет фонда заработной платы

Величина фонда заработной платы (ФЗП) за год рассчитывается, исходя из требуемой численности работников. Должности требуемых работников и их оклады в соответствии с тарифной сеткой приведенной в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Фонд заработной платы

Наименование должности	Кол-во, Чел	Оклад, руб.	% Премии	Премия	Зональная надбавка	%	Всего тыс. руб.
Начальник участка	1	42068	25	10517	16827,2	40	69,41

Старший электромеханик 1го участка и ЛАЗа	2	32874	51	16765,74	32874	100	165,02
Старший электромеханик 2го участка	1	32874	51	16765,74	19724,4	60	69,36
Электромеханик 1го участка и ЛАЗа	15	24221	51	12352,71	24221	100	911,85
Электромеханик 2го участка	5	24221	51	12352,71	14532,6	60	255,5
Итого	24	1471,14					

Линейное оборудование мультиплексирования обслуживается существующими линейными бригадами. Данный участок состоит из цехов, в которые входят один начальник участка три старших электромеханика и двадцать электромехаников.

В таблице 3.2 размеры окладов и премий приведены из расчета за 1 месяц. Соответственно, величина фонда заработной платы за год составит:

$$\text{ФЗП} = 1471,14 \cdot 12 = 17653,68 \text{ тыс. руб.}$$

3.2.2 Расчет отчисления на страховые взносы

Отчисления на страховые взносы отражают обязательные отчисления на государственное социальное страхование, в пенсионный фонд, на медицинское страхование работников. Отчисления на страховые взносы планируют в определенном размере от затрат на оплату труда, включаемых в себестоимость продукции. В настоящее время они составляют 30,4% от затрат на оплату труда, то есть:

$$C = \text{ФЗП} \cdot 0,304 = 17653,68 \cdot 0,304 = 5366,71 \text{ тыс. руб.}$$

3.2.3 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления предназначены для приобретения или строительства новых основных фондов. Для каждого вида основных фондов установлены соответствующие амортизационные нормы в процентах от

первичной стоимости основных фондов.

Амортизационные отчисления для внедренной системы установлены в размере 5% от ориентировочной стоимости и составят:

$$A = K \cdot 0,05,$$

где A – размер амортизационных отчислений;

K – капитальных вложений на внедрение системы на проектируемом участке.

$$A = 1828,41 \cdot 0,05 = 91,42 \text{ тыс. руб.}$$

3.2.4 Расчет на материалы и запасные части

Расходы на материалы и запасные части включают в себя расходы на содержание и текущий ремонт оборудования связи. Расходы на материалы и запасные части составят 1% от величины капитальных вложений на внедрение системы на проектируемом участке.

$$\mathcal{E} = K \cdot 0,01 = 1828,41 \cdot 0,01 = 18,284 \text{ тыс. руб.}$$

3.2.5 Расчет затрат на электроэнергию

При расчете затрат на электроэнергию учтем стоимость всех видов покупной энергии, расходуемой на технологическое оборудование.

Определим затраты, исходя из потребляемой оборудованием мощности, количества часов и действующих тарифов на электроэнергию для технических нужд. Расчет произведем по формуле:

$$\mathcal{E}_л = (N \cdot q \cdot t) / n,$$

где $\mathcal{E}_л$ – затраты на электроэнергию;

$N = 3,6$ – тариф за 1 кВт/ч, руб.;

q – потребляемая мощность единицы оборудования. Так как ВГ-20

потребляет 55 Вт, СМК-30 потребляет 100 Вт, СМК-30КС потребляет 90 Вт,
то $q=55 \cdot 17+100 \cdot 20+90 \cdot 17 = 4465$ Вт/мес.;

$t=8760$ часов – количество часов работы оборудования в год;

$n=0,65$ – коэффициент полезного действия электропитающей установки. Тогда годовые затраты на электроэнергию составят:

$$Эл = 3,6 \cdot 4465 \cdot 8760 / 0,75 = 216,628 \text{ тыс. руб.}$$

3.2.6 Расчет прочих производственных и транспортных расходов

Затраты на прочие производственные, транспортные, управленческие эксплуатационные расходы определяются в размере 10% от величины фонда заработной платы:

$$Эпр = ФЗП \cdot 10\% = 17653,68 \cdot 0,1 = 1765,368 \text{ тыс. руб.}$$

Итоговые результаты расчета годовых эксплуатационных расходов сведем в таблицу 3.3

Таблица 3.3 – Эксплуатационные расходы Эр

Наименование затрат	Затраты, тыс. руб
Годовой фонд заработной платы	17653,68
отчисления на страховые взносы	5366,71
Амортизационные отчисления	91,42
Расходы на запасные части и материалы	18,284
Расходы на электроэнергию	216,628
Производственные расходы	1765,368
Итого:	25112,09

В результате расчетов основных экономических показателей прокладки системы связи получены результаты, свидетельствующие об экономической эффективности модернизации транспортной сети связи. Срок окупаемости капитальных вложений для создания системы в идеальном варианте,

рассмотренном выше, составляет 2,24 года, что меньше нормативного срока 6 лет. Следовательно, предлагаемый проект модернизации транспортной сети связи на участке Иркутск-Слюдянка можно считать экономически эффективным.

Заключение

Результаты работы над курсовым проектом можно сформулировать следующим образом:

Выполнен анализ модернизируемого участка, показаны недостатки действующей схемы организации связи;

Приведен выбор оборудования с возможностью дальнейшей модернизации сети связи, описание оборудования, выполнен сравнительный анализ предлагаемого оборудования.

Разработана схему сети связи с применением нового оборудования.

Список использованных источников

1. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. - Спб.: ПИТЕР, 2016.- 958 с.
2. Руководство по эксплуатации ТЛС-31.
3. Руководство по эксплуатации ОГМ-30.
4. Руководство по эксплуатации СММ-155
5. Руководство по эксплуатации СМК-30.
6. Руководство по эксплуатации CISCO.
7. В.А. Серов. Статья //ОФС-Связьстрой.- 2013. №1.
8. Ф. Фриман. Волоконно-оптические системы связи - М.: Техносфера, 2017.-512 с.
9. К.Ф Хмелев. Основы SDH. - К.: Политехника, 2013- 584 с.
10. И. Бакланов. SDH-NG SDH, практический взгляд на развитие транспортных сетей. – М.: Метротек, 2016. – 736 с.
11. А.Г. Свинцов. Статья//Фотон - экспресс. - 2012. №7.
12. О.В. Родина. Волоконно-оптические линии связи. - М.: Телеком, 2019. - 404 с.
13. К.Б. Кузнецов. Безопасность технологических процессов и производств. - М.: УМЦ МПС России, 2018.-204 с.
14. Н.П. Терешина, Б.М. Лapidус. Экономика железнодорожного транспорта - М.: ФГОУ, 2021-507 с.

Приложение 1

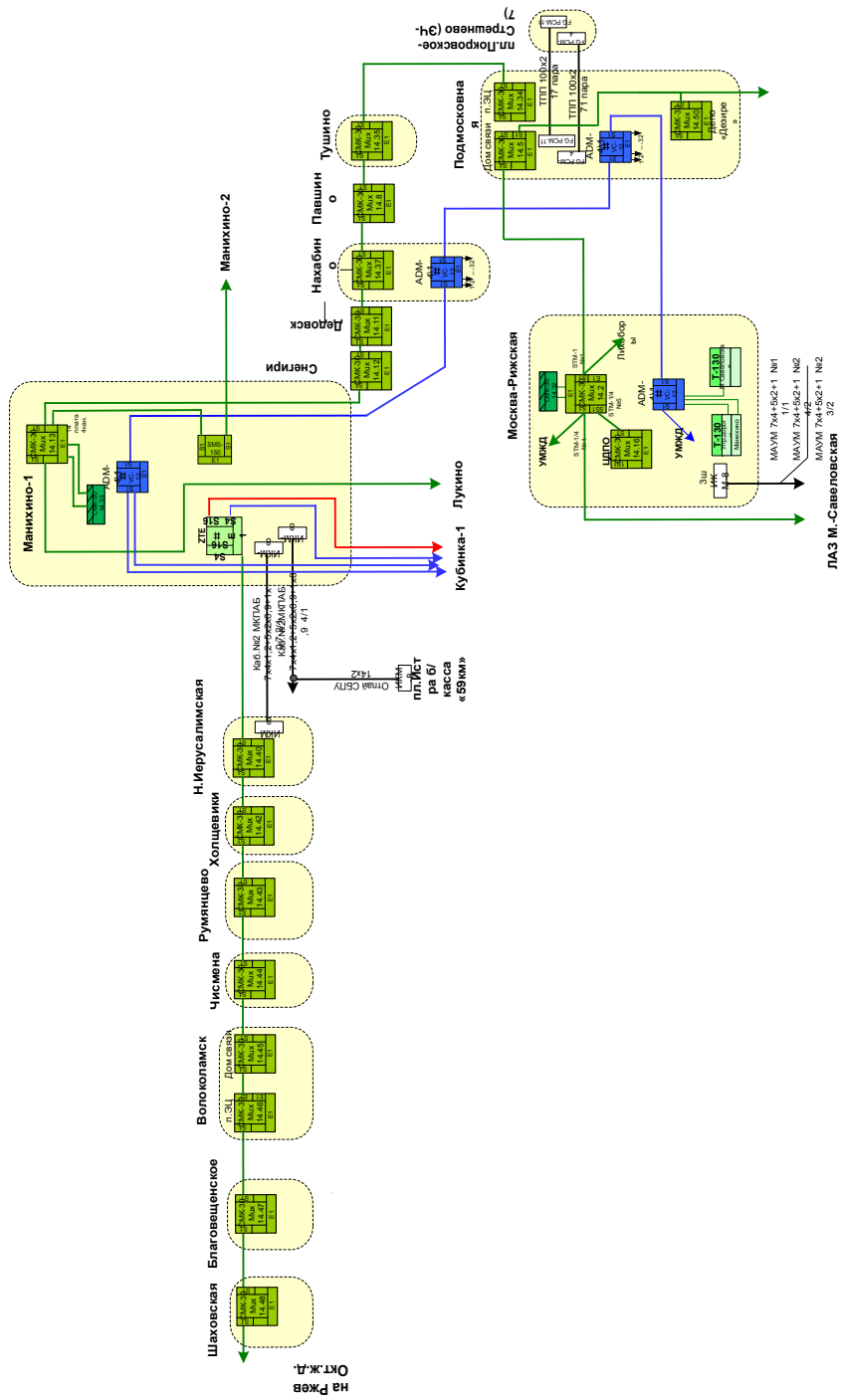


рис 1.1 Организации первичной цифровой сети связи.

Приложение 2

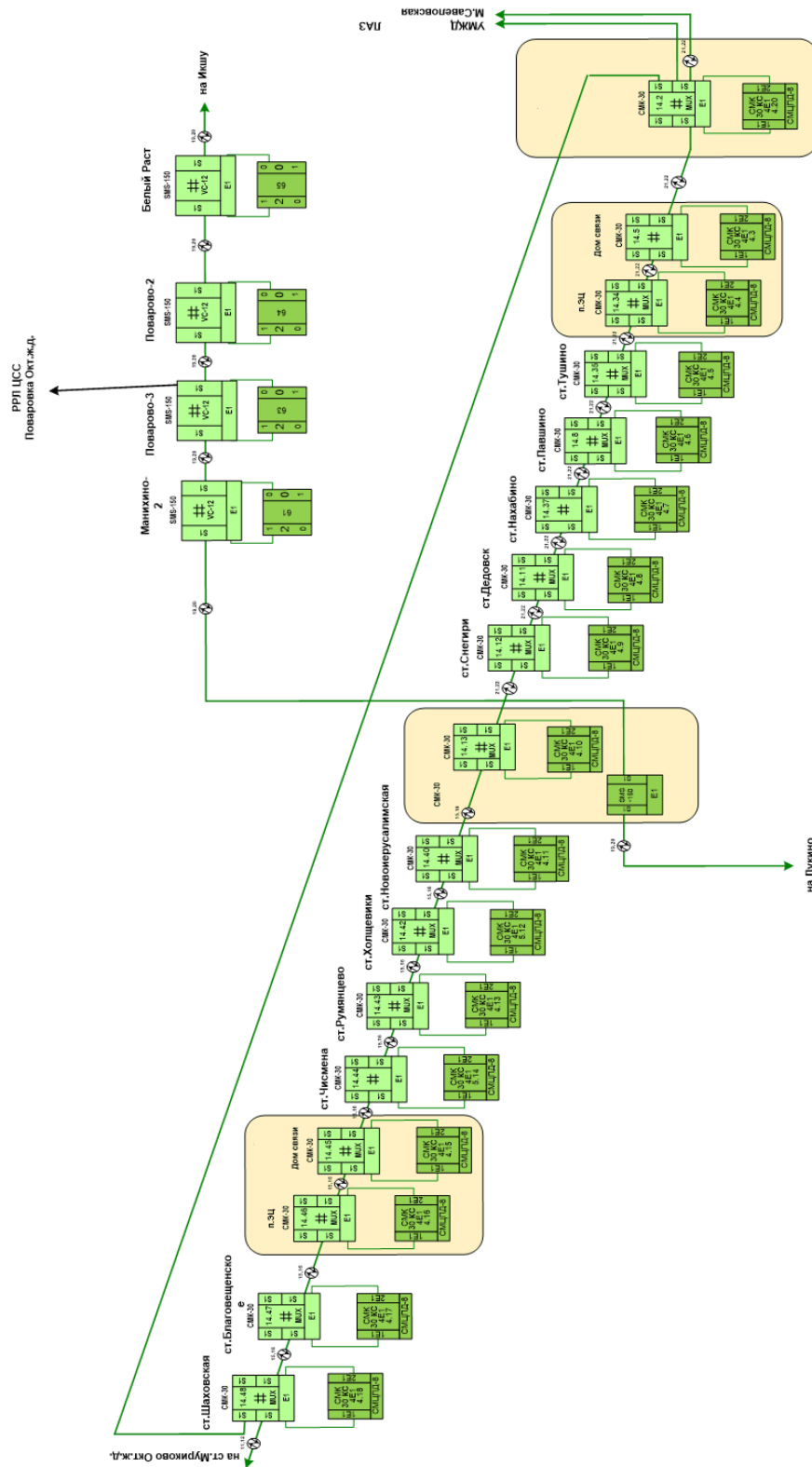


Рис 1.3 Оборудование оперативно-технологической связи, установленное на участке Иркутск – Слюдянка