Министерство Путей Сообщения

Ярославский Техникум Железнодорожного Транспорта

## Проектирование первичной сети связи

на участке железной дороги

###### Курсовой проект по дисциплине

###### ”Многоканальные системы передачи”

КП 2016 С-05/Я-Б-463

Студент

Борисов А.В.

подпись

дата

Преподаватель

Крылова В.В.

подпись

дата

**СОДЕРЖАНИЕ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

2

КП.2016.13.00.ПЗ

Разраб.

Борисов А.В.

Провер.

Крылова В.В.

Реценз.

Ф.И.О.

Н. Контр.

Ф.И.О.

Утверд.

Ф.И.О.

Проектирование

первичной сети связи на участке железной дороги

Лит.

Листов

31

ЯТЖТ 5 – С - 2

Ведение

1. Обоснование темы проекта
   1. Целесообразность организации возможно большего числа каналов по одной

цепи.

* 1. Краткая техническая характеристика заданной системы передачи
  2. Краткая характеристика магистрального кабеля.

1. Электрический расчет каналов, проектируемых по кабельной цепи.
   1. Выбор направления передачи групп частот. Размещение усилительных

пунктов по трассе.

* 1. Составление схемы связи.
  2. Расчет затуханий усилительных участков.
  3. Определение усилений НУП и ОУП.
  4. Построение диаграмм уровней.
  5. Расчет значений допустимых и результирующих шумов.
  6. Вывод.

1. Составление схемы коммутаций цепей, групповых трактов и каналов в ЛАЦ.
2. Мероприятия по охране труда и технике безопастности.
3. Сметно-финансовый расчет.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

3

КП.2016.13.00.ПЗ

# Многоканальная связь получила широкое распространение на железнодорожном транспорте. Особенно большое значение эта связь приобретает в связи с разбросанностью подразделений железнодорожного транспорта на большие расстояния.

# Управление работой отдельных хозяйственных единиц требует организации между командными пунктами (Министерство путей сообщения, управления дорог и т.п.) и низовыми организациями оперативной (например, телефон) и документальной (телеграф, передача данных, факсимиле) связи.

# Обеспечение оперативной отчетности и сбора данных от отдельных подразделений для фиксации проделанной работы и составление оперативных планов возможно только при четко работающей оперативной и документальной связи.

# Организация различных видов оперативно-технологической связи требует создания между отдельными станциями, узлами и административными пунктами соответствующего числа каналов связи. Каналы могут быть получены с использованием соответствующей аппаратуры, обеспечивающей ведение нескольких независимых телефонных разговоров по одной линии передачи.

**1. Обоснование темы проекта.**

# С начала 50-х годов большое внимание уделяется созданию систем передачи по кабельным непупинизированным цепям. Так, в 1951 году была разработана 12-канальная система передачи К-12 и 24-канальная система передачи по симметричным кабельным цепям К-24. С 1956 года в ряде стран и в том числе в СССР велись разработки многоканальных систем передачи с импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), принцип которой был предложен А.Ривсом в конце 30-х годов.

## Оперативно-технологическая связь прошла длительный путь развития на основе разработки и последовательной модернизации своей технической базы, а также поисков новых технических решений. Имеющиеся теперь на железнодорожном транспорте устройства оперативно-технологической связи были созданы в результате многолетнего труда большого коллектива транспортных специалистов.

Первым видом транспортной оперативно-технологической связи в нашей стране была поездная диспетчерская связь, появившаяся в 1921 году. В ней использовались групповые физические цепи воздушных линий связи. Вызов промежуточных станций осуществлялся посылкой с распорядительной станции импульсов постоянного тока, а сигнал вызова принимало электромагнитное избирательное устройство—селектор. По этому термину и вся связь в целом получила название ”селекторной”. Аналогичная система селекторной связи была использована для создания постанционной и линейно-путевой связи, а в последующем—аппаратуры дорожной распорядительной связи и на её основе—аппаратуры связи совещаний.

Традиционный способ построения оперативно-технологической связи на базе использования групповых физических цепей имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что число физических цепей должно быть равно числу организуемых связей. С учетом цепей для обходных каналов на аппаратуре систем передачи это приводит к необходимости применения на транспортных линиях связи кабелей большой емкости (до 14 четверок). Для сокращения этой емкости разработана система передачи К-24Т, предназначенная для уплотнения двухкабельных линий передачи. Она позволяет включать промежуточные пункты избирательной связи непосредственно в каналы ТЧ. Создание этой аппаратуры вызвало необходимость разработки комплекса дополнительных устройств для сопряжения четырехпроводного тракта групповых каналов ТЧ с аппаратурой промежуточных пунктов.

Наряду с этими разработками ведутся поиски новых принципов построения аппаратуры групповой связи и способов организации групповых каналов на базе цифровых систем передачи с импульсно-кодовой модуляцией. Использование этих способов вместе с самой современной элементной базой обеспечит значительное повышение качества и надежности связи.

* 1. **Целесообразность организации возможно большего числа каналов связи.**

В настоящее время широкое применение получили волоконно-оптические линии связи - это вид связи, при котором информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно".

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

4

КП.2016.13.00.ПЗ

Оптическое волокно в настоящее время считается самой совершенной физической средой для передачи информации, а также самой перспективной средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния. Основания так считать вытекают из ряда особенностей, присущих оптическим волноводам.

Широкополосность оптических сигналов, обусловленная чрезвычайно высокой частотой несущей (Fo=10\*\*14 Гц). Это означает, что по оптической линии связи можно передавать информацию со скоростью порядка 10\*\*12 бит/с или Терабит/с. Говоря другими словами, по одному волокну можно передать одновременно 10 миллионов телефонных разговоров и миллион видеосигналов. Скорость передачи данных может быть увеличена за счет передачи информации сразу в двух направлениях, так как световые волны могут распространяться в одном волокне независимо друг от друга. Кроме того, в оптическом волокне могут распространяться световые сигналы двух разных поляризаций, что позволяет удвоить пропускную способность оптического канала связи. На сегодняшний день предел по плотности передаваемой информации по оптическому волокну не достигнут.

Очень малое (по сравнению с другими средами) затухание светового сигнала в волокне. Лучшие образцы российского волокна имеют затухание 0.22 dB/км на длине волны 1.55 мкм, что позволяет строить линии связи длиной до 100 км без регенерации сигналов. Для сравнения, лучшее волокно Sumitomo на длине волны 1.55 мкм имеет затухание 0.154 dB/км. В оптических лабораториях США разрабатываются еще более "прозрачные", так называемые фторцирконатные волокна с теоретическим пределом порядка 0,02 dB/км на длине волны 2.5 мкм. Лабораторные исследования показали, что на основе таких волокон могут быть созданы линии связи с регенерационными участками через 4600 км при скорости передачи порядка 1 Гбит/с.

Волокно изготовлено из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространенного, а потому недорогого материала, в отличие от меди.

Оптические волокна имеют диаметр около 100 мкм., то есть очень компактны и легки, что делает их перспективными для использования в авиации, приборостроении, в кабельной технике.

Стеклянные волокна - не металл, при строительстве систем связи автоматически достигается гальваническая развязка сегментов. Применяя особо прочный пластик, на кабельных заводах изготавливают самонесущие подвесные кабели, не содержащие металла и тем самым безопасные в электрическом отношении. Такие кабели можно монтировать на мачтах существующих линий электропередач, как отдельно, так и встроенные в фазовый провод, экономя значительные средства на прокладку кабеля через реки и другие преграды. Системы связи на основе оптических волокон устойчивы к электромагнитным помехам, а передаваемая по световодам информация защищена от несанкционированного доступа. Волоконно-оптические линии связи нельзя подслушать неразрушающим способом. Всякие воз-

действия на волокно могут быть зарегистрированы методом мониторинга (непрерывного контроля) целостности линии. Теоретически существуют способы обойти защиту путем мониторинга, но затраты на реализацию этих способов будут столь велики, что превзойдут стоимость перехваченной информации.

Существует способ скрытой передачи информации по оптическим линиям связи. При скрытой передаче сигнал от источника излучения модулируется не по амплитуде, как в обычных системах, а по фазе. Затем сигнал смешивается с самим собой, задержанным на некоторое время, большее, чем время когерентности источника излучения.

При таком способе передачи информация не может быть перехвачена амплитудным приемником излучения, так как он зарегистрирует лишь сигнал постоянной интенсивности.

Для обнаружения перехватываемого сигнала понадобится перестраиваемый интерферометр Майкельсона специальной конструкции. Причем, видность интерференционной картины может быть ослаблена как 1:2N, где N - количество сигналов, одновременно передаваемых по оптической системе связи. Можно распределить передаваемую информацию по множеству сигналов или передавать несколько шумовых сигналов, ухудшая этим условия перехвата информации. Потребуется значительный отбор мощности из волокна, чтобы несанкционированно принять оптический сигнал, а это вмешательство легко зарегистрировать системами мониторинга.

Важное свойство оптического волокна - долговечность. Время жизни волокна, то есть сохранение им своих свойств в определенных пределах, превышает 25 лет, что позволяет проложить оптико-волоконный кабель один раз и, по мере необходимости, наращивать пропускную способность канала путем замены приемников и предатчиков на более быстродействующие.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

5

КП.2016.13.00.ПЗ

В России активно ведется строительство ВОЛС различного назначения: городских, зоновых, магистральных. В 86 городах (Москва, Нижний Новгород, Петербург, Новосибирск, Тбилиси, Киев, Баку, Ташкент, Минск, Кишинев и др.) действуют оптические соединительные линии между АТС с цифровыми системами передачи ИКМ-120. Построен ряд зоновых линий внутриобластного назначения, например, Петербург — Сосновый бор, Уфа — Стерлитамак, Тула — Щекино, Воронеж — Павловск, Рязань — Мосолово, Майкоп — Краснодар, Клин — Солнечногорск, Ростов — Азов, Курская обл., Минск — Смолевичи, Рига — Юрмала и др. Построена одномодовая магистраль Петербург — Минск протяженностью 1000 км на большое число каналов.

В России с участием инофирм осуществляется строительство транссибирской линии (ТСЛ), которая свяжет Японию, Россию, Европу. Общее число каналов составит 30 000. Половина из них предназначена для России; в крупных городах, расположенных по трассе, часть этих каналов будет выделяться, вторая половина каналов пройдет транзитом на Европу. Транссибирская линия после включения в мировую межнациональную сеть связи замкнет глобальное волоконно-оптическое кольцо, которое охватит 4 континента (Европу, Америку, Азию, Австралию) и пройдет через 3 океана (Атлантический, Тихий, Индийский). Оптические кабели (ОК) обладают следующими достоинствами:

* широкополосность, возможность передачи большого потока информации (несколько тысяч каналов);
* малые потери и, соответственно, большая длина трансляционных участков (30...70 и 100 км);
* малые габаритные размеры и масса (в 10 раз меньше, чем электрических кабелей);
* высокая защищенность от внешних воздействий и переходных помех;
* надежная техника безопасности (отсутствие искрения и короткого замыкания).

К недостаткам ОК относятся:

* подверженность волоконных световодов радиации, за счет которой появляются пятна затемнения и возрастает затухание;

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

6

КП.2016.13.00.ПЗ

* водородная коррозия стекла, приводящая к микротрещинам световода и ухудшению его свойств.

Область возможных применений ВОЛС широка — от линии городской и сельской связи и бортовых комплексов (самолеты, ракеты, корабли, железнодорожный транспорт) до систем связи на большие расстояния с высокой информационной емкостью. На основе оптической волоконной связи могут быть созданы новые системы передачи информации.

В оптических системах передачи применяются те же методы образования многоканальной связи, что и в обычных системах передачи по электрическому кабелю, т. е. частотный и временной методы разделения каналов. Во всех случаях оптической передачи электрический канал, создаваемый частотным или временным методом, модулирует оптическую несущую. В модулированном виде световой сигнал передается по ОК. В основном, используется способ модуляции интенсивности оптической несущей, при которой от амплитуды электрического сигнала зависит мощность излучения, подаваемая в кабель.

В оптических системах передачи применяется цифровая (импульсная) передача. Это обусловлено тем, что аналоговая передача требует высокой степени линейности промежуточных усилителей, которую трудно обеспечить в оптических системах.   
Таким образом, более распространенной волоконно-оптической системой связи является цифровая система с временным разделением каналов и импульсно-кодовой модуляцией, использующая модуляцию интенсивности излучения источника. Дуплексная связь осуществляется по двум волоконным световодам, каждый из которых предназначен для передачи информации в одном направлении. В оптических системах связи используются преимущественно цифровые системы передачи-ИКМ на 30, 120, 480 и 1920 каналов.

Волоконная оптика развивается по 6 направлениям:   
1. многоканальные системы передачи информации;   
2. кабельное телевидение;   
3. локальные вычислительные сети;   
4. датчики и системы сбора обработки и передачи информации;   
5. связь и телемеханика на высоковольтных линиях;   
6. оборудование и монтаж мобильных объектов.

Многоканальные ВОСП начинают широко использоваться на магистральных и зоновых сетях связи страны, а также для устройства соединительных линий между городскими АТС. Объясняется это большой информационной способностью ОК и их высокой помехозащищенностью. Особенно эффективны и экономичны подводные оптические магистрали.

Применение оптических систем в кабельном телевидении обеспечивает высокое качество изображения и существенно расширяет возможности информационного обслуживания индивидуальных абонентов. В этом случае реализуется заказная система приема и предоставляется возможность абонентам получать на экране своих телевизоров изображения газетных полос, журнальных страниц и справочных данных из библиотеки и учебных центров.

На основе ОК создаются локальные вычислительные сети различной топологии (кольцевые, звездные и др.). Такие сети позволяют объединять вычислительные центры в единую информационную систему с большой пропускной способностью, повышенным качеством и защищенностью от несанкционированного допуска.   
Волоконно-оптические датчики способны работать в агрессивных средах, надежны, малогабаритны и не подвержены электромагнитным воздействиям. Они позволяют оценивать на расстоянии различные физические величины (температуру, давление, ток и др.).

Датчики используются в нефтегазовой промышленности, системах охранной и пожарной сигнализации, автомобильной технике и др.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

7

КП.2016.13.00.ПЗ

Перспективным направлением является применение ОК на высоковольтных линиях электропередачи (ЛЭП) для организации технологической связи и телемеханики. Оптические волокна встраиваются в фазу или трос. Здесь реализуется высокая защищенность каналов от электромагнитных воздействий ЛЭП и грозы.

В последнее время появилось новое направление в развитии волоконно-оптической техники — использование среднего инфракрасного диапазона волн 2...10 мкм. Ожидается, что потери в этом диапазоне не будут превышать 0,02 дБ/км. Это позволит осуществить связь на большие расстояния с участками регенерации до 1000 км. Исследование фтористых и халькогенидных стекол с добавками циркония, бария и других соединений, обладающих сверхпрозрачностью в инфракрасном диапазоне волн, дает возможность еще больше увеличить длину регенерационного участка.

Другим перспективным направлением развития ВОЛС является использование метода частотного разделения каналов, который заключается в том, что в световод одновременно вводится излучение от нескольких источников, работающих на разных частотах, а на приемном конце с помощью оптических фильтров происходит разделение сигналов. Такой метод разделения каналов в ВОЛС получил название спектрального уплотнения или мультиплексирования.

В перспективе, в ВОЛС предполагается использовать преобразование речевых сигналов в оптические непосредственно с помощью акустических преобразователей. Уже разработан оптический телефон и проводятся работы по созданию новых АТС, коммутирующих световые, а не электрические сигналы. Имеются примеры создания многопозиционных быстродействующих оптических переключателей, которые могут использоваться для оптической коммутации.

* 1. **Краткая техническая характеристика**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

8

КП.2016.13.00.ПЗ

**системы передачи к – 12+12.**

Система передачи К – 12+12 работает на симметричных кабелях по двухполосной системе связи, позволяет организовать 12 основных каналов ТЧ и канал служебной связи. Линейный спектр частот системы передачи в направлении А – Б составляет 12 – 60 кГц, в направлении Б – А – 72 – 120 кГц; служебного канала в направлении А – Б – 8 – 12 кГц, в направлении Б – А- 120 – 140 кГц.

Каналы системы передачи является типовыми каналами ТЧ и могут быть исползоаны для передачи речевых сигналов и других видов информации. Вызывные сигналы управления посылаются по выделенному каналу током частотой 3825 Гц. Наибольшая длинна однородного участка линейного тракта 840 км. Максимальная дальность передачи 1500 км. Номинальные уровни передачи на выходе оконечных и промежуточных станций равны – 4 dB.

Оборудование системы передачи состоит из оконечных, обслуживаемых (ОУП) и не обслуживаемых (НУП) усилительных станций. В ОУП параллельным отбором мощности возможно выделение до шести каналов. Выделенные каналы могут быть использованы для групповой связи. Число выделений на одном переприёмном участке при двух проводном окончании каналов для обеспечения их устойчивости не должно превышать трёх. Первый канал предназначен для организации диспетчерской связи и может быть выделен во всех ОУП и НУП.

Наибольшая длинна усилительных участков для кабелей МКС, МКПАБ равна примерно 26 км.

В НУП применены устройства грунтовой АРУ, в ОУП и ОП – одночастотной АРУ.

Линейные контрольные частоты для нижней и верхней групп составляют соответственно 60 и 72 кГц.

Электропитание аппаратуры в НУП дистанционное. Число НУП в секции дистанционного питания, организованного по системе провод – провод, не более четырёх, по системе провод – земля – не более восьми – десяти.

В аппаратуре использована система телеконтроля и телесигнализации.

* 1. **КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

**МАГИСТРАЛЬНОГО КАБЕЛЯ**

**МКПАБ – 14х4х1,05.**

Кабель представляет собой совокупность нескольких проводников (жил), изолированных друг от друга и от земли и заключенных в общую защитную оболочку.

Современные устройства связи на железнодорожном транспорте неразрывно связаны с необходимостью широкого применения кабельных линий. Они лучше обеспечивают бесперебойность, высокое качество и надежность действия устройств связи; более долговечны и дешевле в эксплуатации; повреждения на них происходят значительно реже, чем на воздушных линиях. По кабельным линиям передачи можно организовать значительно большее число каналов связи, чем на воздушных линиях передачи; возможность прокладки кабеля в труднодоступных местах (междупутье на железнодорожных станциях, в крупных населенных пунктах).

Кабельные линии многоканальной связи используют для организации телефонной и телеграфной проводной связи между различными удаленными пунктами железнодорожной сети.

Наибольшее распространение на железнодорожном транспорте получили магистральные кабели связи марки *МКПАБ 14х4х1,05* с кордельно-трубчатой полиэтиленовой изоляцией жил в четверке. Буквы в обозначении марки кабеля *МКПАБ* означают: *МК* — магистральный кабель, *П* — кордельно-трубчатая полиэтиленовая изоляция жил, *А* — с алюминиевой оболочкой, *Б* — бронированный двумя, стальными лентами.

Кабель имеет четырнадцать четверок с медными жилами диаметром 1,05 мм, пять сигнальных пар и одну контрольную жилу; сигнальные пары и контрольная жила — медные диаметром 0,7 мм. Контрольная жила не со сплошной, а с прерывистой (прореженной) изоляцией. При нарушении герметичности кабеля и проникновении в него влаги последняя быстрее смачивает контрольную жилу, чем остальные жилы со сплошной изоляцией, т. е. быстрее срабатывает сигнализация о повреждении кабеля, и этим облегчается нахождение места повреждения кабеля.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

9

КП.2016.13.00.ПЗ

Каждая четверка кабеля содержит центрирующий полиэтиленовый кордель, четыре медные жилы*,* на которые спирально навит полиэтиленовый кордель*.* Каждая жила заключена в полиэтиленовую трубку*,* а все изолированные жилы четверки обмотаны спирально ниткой из хлопчатобумажной пряжи. Кабель имеет контрольную жилу и пять сигнальных пар с полиэтиленовой изоляцией. Поверх кабельной скрутки наложена поясная изоляция *8* из нескольких слоев кабельной бумаги, а затем алюминиевая оболочка*.* Для защиты алюминиевой оболочки от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами поверх оболочки намотаны с перекрытием две-три поливинилхлоридные ленты*.* Далее на кабель последовательно наложены: подушка из кабельной пряжи, слой битума*,* две броневые ленты из низкоуглеродистой стали НУ. Четверки кабеля марки МКПАБ могут быть уплотнены в полосе частот дo 252 кГц.

1. **ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛОВ,**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

10

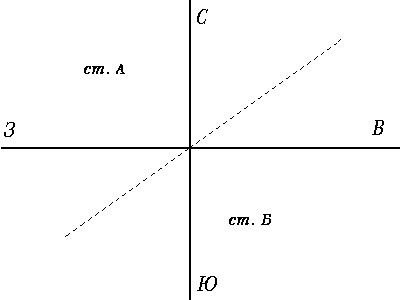
КП.2016.13.00.ПЗ

**ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПО КАБЕЛЬНОЙ ЦЕПИ.**

* 1. **ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ.**

Исходя из географического направления трассы можно определить направление частот для этого следует воспользоваться графиком (рис.1).

По заданию направление трассы Север – Юг значит ОП1 – станция «А», ОП2 – станция «Б».



Станция «А» передаёт спектр 12 – 60 кГц, расчётная частота 60 кГц. Станция «Б» передаёт спектр 72 – 120 кГц расчётная частота 120 кГц.

На трассе размещаются оконечные пункты ОП1 и ОП2, промежуточные обслуживаемые пункты ОУП и промежуточные не обслуживаемые пункты НУП. Расстояние между ОП И ОУП называется секцией, на трассе 2 секции ОП1 – ОУП – 1 секция, ОКП – ОП2 – 2 секция.

НУП находящийся в секции 1 имеет в знаменателе цифру 1, а НУП находящийся в секции 2 имеет цифру 2.

*рис.1 график направления*

* 1. **СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ СВЯЗИ.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

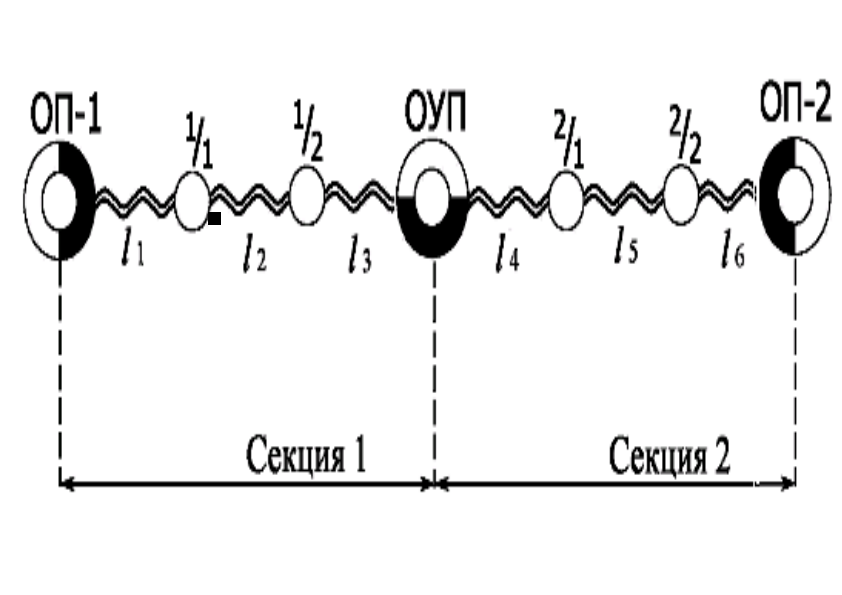
Дата

Лист

11

КП.2016.13.00.ПЗ

*рис.2 схема первичной сети связи*



На схеме связи(рис.2) изображается все усилительные пункты, оконечные необслуживаемые усилительные пункты с направляющими фильтрами и согласующими элементами

На схеме связи (лист № 1) показана развёрнутая схема обслуживаемого пункта с согласующими элементами фильтрами.

* 1. **РАСЧЕТ ЗАТУХАНИЙ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

12

КП.2016.13.00.ПЗ

**УСИЛИТЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ.**

Электрический расчет каналов высокой частоты работающих на кабельных линиях сводится к подсчёту затуханий на отдельных усилительных участках, определению усиления на обслуживаемых и необслуживаемых усилительных пунктах, построению диаграммы уровней, подсчёту допустимого и результирующего напряжения шумов. Затухание усилительного участка на кабельной линии подсчитывается по формуле:



dB (1)



где: - коэффициент затухания при минимальной или максимальной температуре грунта (dB/км)



минимальная температура



максимальная температура

коэффициент затухания кабеля МКПАБ c dж = 1,05мм.

при температуре частоте 120 кГц



при температуре частоте 120 кГц



при температуре частоте 60 кГц



при температуре частоте 60 кГц



**-** Длинна участка кабеля в километрах.



- Затухание станционных участков.



dB (2)

где: - Затухание линейного трансформатора.



- - Затухание направляющего фильтра.



Анф = 2,61 dB в направлении А → Б

Анф = 0,87 dB в направлении Б → А

от станции А к станции Б



от станции Б к станции А



В целях устранения амплитудных искажений включается магистральные выравниватели. Для аппаратуры К – 12+12 на расстоянии 200 км. от станции А к станции Б. На участках с магистральным выравнивателем его затухание учитывается в расчётах. Затухание усилительного участка будет рассчитано по формуле:

dB (3)



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

13

КП.2016.13.00.ПЗ

где:



Выполняем расчёт затуханий на участке ОП1 → ОП2 при t = +18°

|  |
| --- |
| Ауу1=1,25∙23,6+3,49=32,99 dB |
| Ауу2=1,25∙23,0+3,49=32,24 dB |
| Ауу3=1,25∙23,1+3,49=32,36 dB |
| Ауу4=1,25∙22,9+3,49=32,11 dB |
| Ауу5=1,25∙23,2+3,49=32,49 dB |
| Ауу6=1,25∙23,5+3,49=32,86 dB |

Выполняем расчёт затуханий на участке ОП1 → ОП2 при t = -2°

|  |
| --- |
| Ауу1=1,20∙23,6+3,49=31,89 dB |
| Ауу2=1,20∙23,0+3,49=31,09 dB |
| Ауу3=1,20∙23,1+3,49=31,21 dB |
| Ауу4=1,20∙22,9+3,49=30,91 dB |
| Ауу5=1,20∙23,2+3,49=31,33 dB |
| Ауу6=1,20∙23,5+3,49=31,69 dB |

Выполняем расчёт затуханий на участке ОП2 → ОП1 при t = +18°

|  |
| --- |
| Ауу1=1,85∙23,6+1,75=45,41 dB |
| Ауу2=1,85∙23,0+1,75=48,64 dB |
| Ауу3=1,85∙23,1+1,75=44,48 dB |
| Ауу4=1,85∙22,9+1,75=44,11 dB |
| Ауу5=1,85∙23,2+1,75=44,67 dB |
| Ауу6=1,85∙23,5+1,75=45,22 dB |

Выполняем расчёт затуханий на участке ОП2 → ОП1 при t = -2°

|  |
| --- |
| Ауу1=1,74∙23,6+1,75=42,81 dB |
| Ауу2=1,74∙23,0+1,75+4,34=46,11 dB |
| Ауу3=1,74∙23,1+1,75=41,94 dB |
| Ауу4=1,74∙22,9+1,75=41,59 dB |
| Ауу5=1,74∙23,2+1,75=42,11 dB |
| Ауу6=1,74∙23,5+1,75=42,64 dB |

* 1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛЕНИЙ НУП и ОУП.**
     1. **РАСЧЕТ УСИЛЕНИЯ НУП.**

Усиления НУП можно рассчитать по формуле:



dB (4)

Эта формула применяется если НУП не оборудован грунтовыми АРУ.

Выполним расчёт по проверке установки грунтовых АРУ. Грунтовые АРУ устанавливаются если выполняется условие:

(5)



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

14

КП.2016.13.00.ПЗ



где: (6)

- количество усилительных участков между ОУП



n - количество участков в секции

- длинна секции без последнего участка



- номинальная длинна усилительного участка



групповые АРУ устанавливаются



групповые АРУ устанавливаются



Вывод: так как условие формулы № 5 выполняется то усиление НУП считаем с грунтовыми АРУ.

Усиление НУП считаем по формуле:



dB (7)

где: - пределы регулировки усиления усилителя с грунтовой АРУ при изменении температуры грунта от -2° до +18°.



направление от станции А → Б

|  |
| --- |
| Sнуп 1/1=31,89+2,1=33,99 dB |
| Sнуп 2/1=31,09+2,1=33,19 dB |
| Sнуп 1/2=30,91+2,1=33,01 dB |
| Sнуп 2/2=31,33+2,1=33,43 dB |

направление от станции Б → А

|  |
| --- |
| Sнуп 1/1=46,11+2,1=48,21 dB |
| Sнуп 2/1=41,94+2,1=44,04 dB |
| Sнуп 1/2=42,11+2,1=44,21 dB |
| Sнуп 2/2=42,64+2,1=44,74 dB |

* + 1. **РАСЧЁТ УСИЛЕНИЯ ОУП.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

15

КП.2016.13.00.ПЗ

Рассчитываем по формуле:



dB (8)



dB (9)

где: - приращение затухания кабеля в пределах секции при изменении температуры грунта от -2° до +18°.

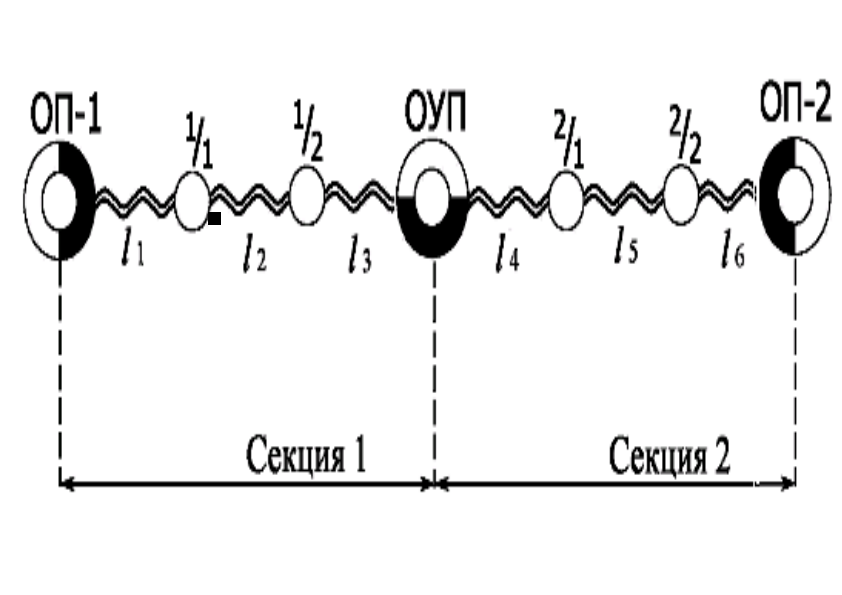


n – количество НУП с грунтовой АРУ в секции.



dB (10)

*рис.3 схема первичной сети связи*



направление от ОП1 → ОУП таблица № 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 32,99 dB | 32,24 dB | 32,36 dB | Ауу t= +18° |
| 31,89 dB | 31,09 dB | 31,21 dB | Ауу t= -2° |
| 1,1 dB | 1,15 dB | 1,15 dB | Аучастка |

Согласно рис.3 и таблице № 1 рассчитываем приращение затухания кабеля в пределах секции и усиление ОУП.

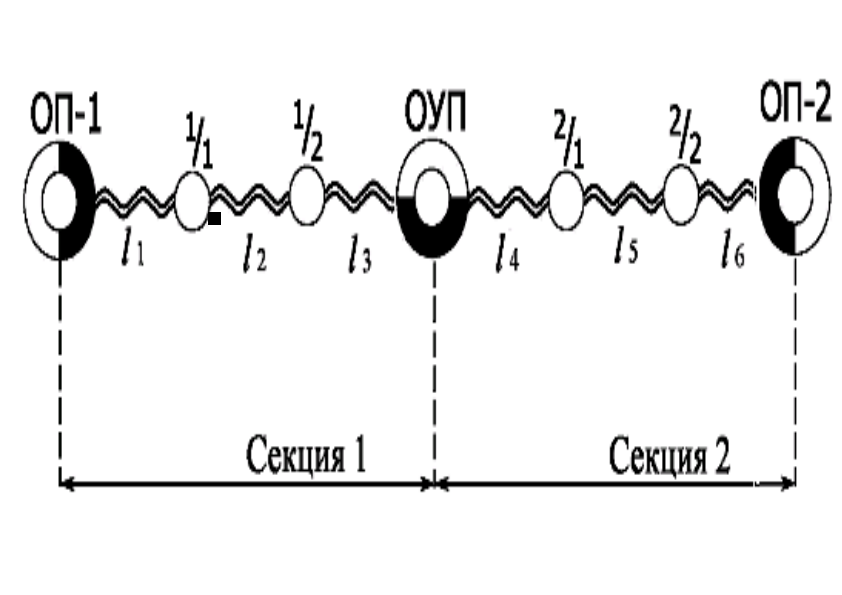


dB

dB



*рис.4 схема первичной сети связи*



направление от ОП2 → ОУП таблица № 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ауу t= +18° | 44,11 dB | 44,67 dB | 45,22 dB |
| Ауу t= -2° | 41,59 dB | 42,11 dB | 42,64 dB |
| Аучастка | 2,52 dB | 2,56 dB | 2,58 dB |

Согласно рис.4 и таблице № 2 рассчитываем приращение затухания кабеля в пределах секции и усиление ОУП.



dB

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

16

КП.2016.13.00.ПЗ

dB



**2.5. ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММЫ УРОВНЕЙ.**

*рис.5 схема первичной сети связи*

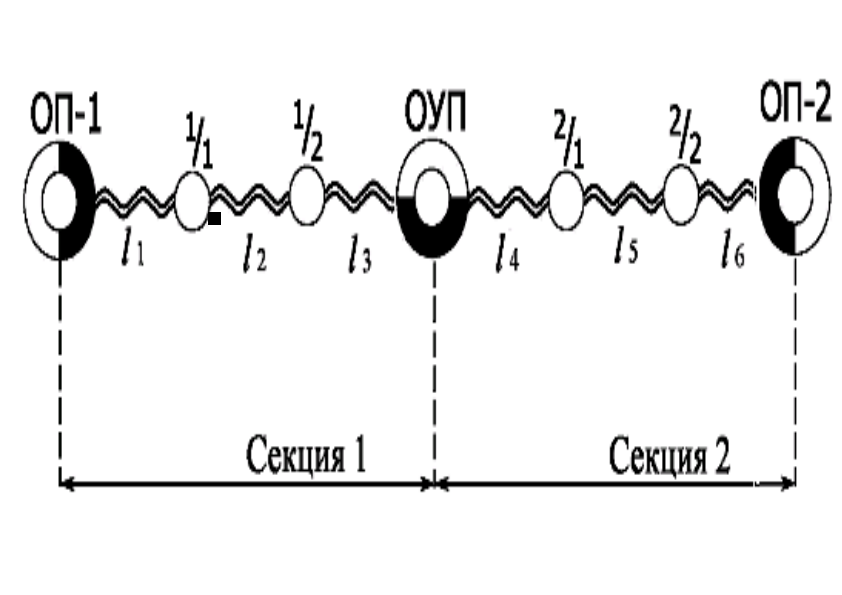


таблица № 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка кабеля | | | МКПАБ – 14х4х1,05 | | | | | | | | | | | | |
| Длинна секции км. | | | 69,7 км. | | | | | | | 69,6 км. | | | | | |
| Длинна усилительного участка км. | | | 23,6 км. | | 23,0 км. | | 23,1 км. | | | 22,9 км. | | 23,2 км. | | 23,5 км. | |
| Установка магистрального выравнивателя | | |  | | ←  МВ | |  | | |  | |  | |  | |
| Затухание усилительного участка  А dB | **→** | t=  +18° | 32,99 | | 32,24 | | 32,36 | | | 32,11 | | 32,49 | | 32,8 | |
| t=  -2° | 31,89 | | 31,09 | | 31,21 | | | 30,91 | | 31,33 | | 32,69 | |
| ← | t=  +18° | 45,41 | | 48,64 | | 44,48 | | | 44,11 | | 44,67 | | 45,22 | |
| t=  -2° | 42,81 | | 46,11 | | 41,94 | | | 41,59 | | 42,11 | | 42,64 | |
| ∆А Усилительного участка | | | 1,1 | | 1,15 | | 1,15 | | | 2,52 | | 2,56 | | 2,58 | |
| ∆А Секции | | | 3,4 dB | | | | | | 7.66 dB | | | | | | |
| Усиление S dB | | **→** |  | 33,99 | | 33,19 | | 30,41 | | | 33,01 | | 33,43 | |  |
| ← |  | 48,21 | | 44,04 | | 45,05 | | | 44,21 | | 44,74 | |  |

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

17

КП.2016.13.00.ПЗ

Уровень приёма промежуточных и оконечных пунктов рассчитываются по формуле:



dB (11)

где: Рпр – Уровень приёма

Рпер – Уровень передачи

Рпер = -4,3 dB

остальные пункты по расчёту :

Ауу – Затухание усилительного участка dB, при температуре tmax

Уровень передачи рассчитывается по формуле:



dB (12)

где: Рпер – уровень передачи

Рпр - уровень приёма

S – усиления усилителя

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

18

КП.2016.13.00.ПЗ

По формуле № 11 рассчитываем Рпр от ОП1 → ОП2

|  |
| --- |
| Рпр н 1/1 = -4,3-32,99=-37,29 dB |
| Рпер н 1/1= -37,29+33,99= -3,3 dB |
| Рпр н 2/1 = -3,3-32,24=-35,57 dB |
| Рпер н 2/1= -35,57+33,19= -2,38 dB |
| Рпр ОУП = -2,38-32,36= -34,74 dB |
| Рпер ОУП = -34,74+30,41= -4,33 dB |
| Рпр н 1/2 = -4,33-32,11= -36,44 dB |
| Рпер н 1/2= -36,44+33,01= -3,43 dB |
| Рпр н 2/1 = -3,43-32,49= -35,92 dB |
| Рпер н 2/2 = -35,92+33,43= -2,49 dB |
| Рпр ОП2 = -2,49-32,8= -35,29 dB |

По формуле № 11 рассчитываем Рпр от ОП2 → ОП1

|  |
| --- |
| Рпр н 2/2 = -4,3-45,22= -49,52 dB |
| Рпер н 2/2= -49,52+44,74= -4,78 dB |
| Рпр н 1/2 = -4,78-44,67= -49,45 dB |
| Рпер н 1/2= -49,45+44,21= -5,24 dB |
| Рпр ОУП = -5,24-44,11= -49,35 dB |
| Рпер ОУП = -49,35+45,05= -4,3 dB |
| Рпр н 2/1 = -4,3-44,48= -48,78 dB |
| Рпер н 2/1= -48,78+44,04= -4,74 dB |
| Рпр н 1/1 = -4,74-48,64= -53,38 dB |
| Рпер н 1/1 = -53,38+48,21= -5,17 dB |
| Рпр ОП1 = -5,17-45,41= -50,58 dB |

Согласно расчётов уровней приёма и передачи построим диаграмму уровней (рис.7 и рис.8)



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

19

КП.2016.13.00.ПЗ

**2.6.РАСЧЁТ ЗНАЧЕНИЯ ДОПУСТИМЫХ И**

**РЕЗУЛЬТИРУЮЩИХ ШУМОВ.**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

20

КП.2016.13.00.ПЗ

В каждом проводнике электрического тока, происходит тепловое движение электронов со случайным распределением скоростей и направлением движения. Это движение электрических зарядов в элементарных частицах изменяется как по величине так и по знаку. Появляется разность потенциалов и при замкнутой цепи возникают токи которые являются причиной шумов. Решающим фактором в образовании шумов ламп и транзисторов является дробовый эффект. Сущность которого сводится к тому, что количество электронов вылетающих из катода в каждый момент времени остаётся не постоянным по этому текущий через лампу ток не представляет собой равномерный по времени поток электронов, а напоминает град дробинок сыплющихся на анод.

Шумы возникающие главным образом за счёт дробного эффекта называются внутренними или тепловыми.

Если групповые усилители в многоканальных системах имеют недостаточную линейность амплитудной характеристики то это может привести к взаимному влиянию между отдельными каналами одной системы. С увеличением числа усилителей данное влияние приобретает большую большую величину в этом случае возникают шумы от нелинейных переходов. За счёт влияния возникающего между системами работающими на параллельных цепях возникают шумы от линейных переходов.

Вследствие неточности балансировки преобразователей, несовершенства фильтров, возможно проникновение тока в каналы при этом возникают шумы оконечных станций. Для оценки влияния мешающего шума в канале, необходимо иметь прибор который бы обладал такой же чувствительностью как наше ухо – такой прибор называют псофометр.

Весь расчёт сводится к определению допустимого и результирующего (ожидаемого) напряжения шумов для заданной магистрали. Если в результате расчёта получается что допустимое напряжение шумов будет больше результирующего то выбор места установки промежуточных усилителей выполнен правильно.

Допустимое напряжение шумов выполняется по формуле:



мВпсоф (13)

где: Uш.лт.доп. – допустимое напряжение шумов линейного тракта который состоит из шумов линейных переходов, термических и шумов нелинейных переходов.

Uш.ок.доп. – допустимое напряжение шумов вносимых двумя оконечными станциями.

Uш.ок.доп.=0,246 мВпсоф = 6,05∙10-2 мВпсоф



мВпсоф (14)

где: L – протяженность трассы.

мВпсоф



мВпсоф

**2.6.1.Расчет ожидаемых (результирующих) шумов**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

21

КП.2016.13.00.ПЗ

Результирующее напряжение шумов на расчётной трассе без переприёмов определяется по формуле:

мВпсоф (15)



где: Uтш – суммарное напряжение тепловых шумов мВпсоф

Uшнп – напряжение шумов от нелинейных переходов

Uшок – напряжение шумов вносимых двумя оконечными станциями

Uшлп – напряжение шумов от линейных переходов

Uшок = 6,05∙10-2 мВпсоф



мВпсоф (16)

где: L – протяжённость трассы.

Uшт=Uшнп

Суммарное напряжение тепловых шумов определяем по формуле:



мВпсоф (17)

мВ2псоф



Uтш.i – напряжение тепловых шумов приходящих к концу канала от каждого из промежуточных усилителей магистрали.

Для определения напряжения тепловых шумов возникающих от каждого промежуточного усилителя воспользуемся формулой:



мВпсоф (18)

где: К =1,33

е – основание логарифмическое = 2,78

Ртш – уровень термических шумов приведенный к входу усилителя к полосе частот данного канала.

Ртш = -15,7 Нп

Рпр.i – приёмный уровень на рассматриваемом усилительном участке в Неперах (Нп), данная велчина определяется по диаграмме уровней построенной для верхней частоты при максимальной температуре грунта.

Считается на частоте 120 мГц со 2 уровня

1Нп=8,686 dB

мВпсоф



мВпсоф



мВпсоф



мВпсоф



Нп.



Нп.



Нп.



Нп.



Нп.



мВпсов



мВпсов



мВпсов



Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

22

КП.2016.13.00.ПЗ

мВпсов



мВпсов



мВпсов



мВпсов



**2.7. ВЫВОД**

По результатам расчётов видно, что напряжение результирующих шумов меньше чем напряжение допустимых шумов. Отсюда следует, что выбор места установки промежуточных усилителей сделан правильно. Качество связи на проектируемой линии связи хорошее.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

23

КП.2016.13.00.ПЗ

1. **СОСТАВЛЕНИЕ СХЕМЫ КОМУТАЦИЙ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

24

КП.2016.13.00.ПЗ

**ЦЕПЕЙ, ГРУППОВЫХ ТРАКТОВ И**

**КАНАЛОВ ЛАЦ**

В линейно – аппаратных цехах ЛАЦ крупных узлов связи размещают каналообразующее и вспомогательное оборудование, обеспечивающее функционирование первичной сети связи. В средних и небольших узлах связи устанавливают также аппаратуру оперативно – технологической связи, аппаратуру связи совещаний и тонального телеграфа.

Устройство ЛАЦ должно обеспечивать бесперебойность действия связи при высоком качестве тракта передачи, возможность быстрого определения места повреждения аппаратуры и цепей, возможность оперативного переключения и замены цепей, аппаратуры и каналов связи, правильную организацию различного рода профилактических проверок, испытаний, регулировок и периодических измерений цепей, оборудования и каналов связи.

Всё оборудование ЛАЦ можно подразделить на: вводно-коммутационную аппаратуру цепей, каналообразующую аппаратуру систем передачи, коммутационно-испытательную аппаратуру каналов и трактов, аппаратуру электропитания и измерительную.

Вводно-коммутационная аппаратура цепей предназначена для организации вводов, испытания и переключения цепей воздушных и кабельных линий связи.

Вводно-испытательная стойка предназначена для включения, измерения и замены цепей воздушных линий передачи, а также каналов ТЧ, организованных на этих цепях.

Коммутационно-испытательная аппаратура предназначена для переключения каналов и трактов различных систем передачи с целью замены неисправных, организации транзитных соединений, а также для проведения различных измерений и регулировок.

Промежуточные стойки переключений выпускают в нескольких вариантах: на 600 шестипроводных кроссировок и на 480 шестипроводных кроссировок и соответственно 2 и 4 платы реле и удлинителей для осуществления транзитных соединений каналов.

Стойка коммутаций первичных групповых трактов имеет ёмкость 50 ПГТ. Коммутация на ней осуществляется шнурами и перепайками. Стойку устанавливают в ЛАЦ при наличии в перспективе не менее 10 ПГТ.

Комплекты переключений групповых трактов используют в ЛАЦ со смешанной комплектацией каркасов стоек с преобразовательным оборудованием. Стойка обеспечивает одновременное переключение 200 симметричных пар кабеля направления передачи и столько же пар направления приёма.

Аппаратура электропитания, устанавливаемая в ЛАЦ, предназначена для включения фидеров, подведённых из цеха электропитания, распределения электропитания по отдельным стойкам, подведения его к цепям дистанционного питания, защиты и стабилизации напряжения и контроля цепей электропитания.

Стойка вспомогательная торцевая обеспечивает распределение и защиту цепей питания постоянного тока напряжением 21,2; 24 и 206 В и переменного тока 220 В, рядовую сигнализацию о неисправностях, организацию служебной связи по соединительным линиям, а также распределение токов контрольных и несущих частот при наличии централизованного генераторного оборудования.

Схема коммутаций цепей групповых трактов и каналов в ЛАЦ изображена на листе № 2 графической части проекта.

# При построении линейно аппаратного цеха руководствуются следующими параметрами:

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

25

КП.2016.13.00.ПЗ

# ширина от 5 до 13 м (6 м—типовые);

# длина определяется количеством устанавливаемой аппаратуры и 15-20 % на развитие;

# высота не менее 3.2 м;

# перекрытия должно быть рассчитано на нормальную нагрузку 750 кг/м2;

# пол должен быть покрыт линолеумом, стены - масляной краской светлых тонов;

# должно быть не менее двух выходов;

# высота дверей не менее 2.3 м, ширина - 1.5 м;

# освещенность при искусственном освещении не менее 75 люкс;

# освещенность при аварийном освещении не менее 20 люкс;

# вентиляция;

# Аппаратуру располагают параллельными рядами перпендикулярно окнам. Главный проход располагают вдоль помещения со стороны противоположной стене с окнами, второй проход около окон.

# Над стойками укрепляют систему воздушных желобов (кабель ростов). На кабель роста укладывают кабели меж стоечного монтажа и токораспределительной проводки. Желоба идущие вдоль помещения называют главными, а вдоль рядов аппаратуры – рядовыми. При расстановке аппаратуры следует стремиться к заполнению в каждом ряду крайних мест (у главных желобов). Ряды аппаратуры располагают попарно лицевыми сторонами друг к другу:

# главный проход должен быть не менее 1.5 м;

# проход между лицевыми сторонами стоек не менее 1.1 м;

# проход в рядах с вводно-коммутационным оборудованием не менее 1.3 м;

# проход между монтажными задними сторонами рядов, а также между стенкой и монтажной стороной ряда не менее 0.7 м (если стойки шкафного типа, то их можно устанавливать вплотную друг к другу и к стене);

# проход около окон – 0.5м.

# Порядок расположения стоек.

# стойки устанавливают так, чтобы кабели линейной проводки и провода питания были возможно короче.

# стойки, между которыми должно быть большое число соединений располагают возможно ближе друг к другу.

# в непосредственной близости от ввода линейных проводов устанавливают вводные, вводно-кабельные стойки и стойки дистанционного питания. Тут же располагают аппаратуру связи совещаний, усилителей токов низкой частоты и аппаратуру дорожной распорядительной связи (ДРС).

# стойки ПСП располагают у окон .

# аппаратуру ВЛП располагают после аппаратуры кабельных линий.

# стойки автоматического регулирования напряжения (САРН) располагают в одном ряду с той аппаратурой, которая требует стабилизированного напряжения питания (например: СУГО).

1. **Мероприятия по охране труда и технике**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

26

КП.2016.13.00.ПЗ

**безопасности при строительстве и**

**обслуживании устройств многоканальной связи**

В процессе технического обслуживания ЛАЦ должны соблюдаться требования по охране труда. Следует руководствоваться действующими правилами и инструкциями по охране труда при обслуживании и ремонте устройств СЦБ и связи на железнодорожном транспорте, в которых указывается следующее.

Все каркасы оборудования должны быть заземлены. Перед стойками вводно-кабельного оборудования и дистанционного питания напряжением более 250 В должны быть положены резиновые коврики. В цепях питания и в боксах должны применяться дужки с изолированным покрытием той части, за которую берутся руками. Штифты кабельных боксов, находящиеся под напряжением дистанционного питания, должны быть заключены в изоляционные трубки. В оборудовании коммутации дистанционного питания предусматривают блокировку, обеспечивающие снятие напряжения с токоведущих частей при открывании дверцы, крышки или снятии чехла с оборудования.

Работать на токоведущих частях, ноходящихся под напряжением, нужно в диэлектрических перчатках, стоя на резиновом коврике, или в диэлектрических галошах, в головном уборе и застегнутыми у кистей рук рукавами одежды пользоваться инструментами с изолирующими ручками. В ЛАЦе также применяются для пайки паяльники напряжением 36 В. Для работы на высоте используются стремянки. Применять напильники, ножовки и другие неизолированные предметы запрещается. Проводить электрические измерения воздушных цепей при приближении и во время грозы запрещается. При обнаружении на проводах постороннего напряжения необходимо сообщать об этом линейному работнику, направляемому на устранение повреждения. Отсутствие напряжения на токоведущих частях следует проверять только вольтметром или индикатором напряжения с неоновой лампой.

Все работы в НУП проводятся по распоряжению начальника сигнализации и связи или его заместителя и только после разрешения дежурного инженера питающего пункта. Работы в НУП проводятся только при открытой крышки горловины камеры. Все работники перед началом испытаний должны быть ознакомлены со своими обязанностями и порядком проведения работ. Напряжение дистанционного питания включают в линию после того, как из всех НУП будут получены подтверждения о готовности проведения испытаний. Снимать с аппаратуры дистанционного питания отдельные платы разрешает руководитель работ после выключения дистанционного питания.

Все защитные средства, применяемые в ЛАЦ, должны периодически проходить контрольные испытания в установленные сроки.

* 1. **Противопожарная безопасность**

Так как оборудование в ЛАЦе находится под высоким напряжением, то может произойти короткое замыкание и возникновение пожара. Все работники обслуживающие оборудование в ЛАЦе должны соблюдать правила противопожарной безопасности.

Во избежание возникновения короткого замыкания кабели, провода и другие токоведущие части должны быть изолированы, их изоляция должна находится в исправном состоянии и периодически проверяться обслуживающим персоналом.

В помещениях ЛАЦа должны быть средства пожаротушения: углекислотные огнетушители типов ОУ, ОУ-2А, ОУ-2ММ, и других типов; аэрозольные огнетушители типов

ОАХ, ОУБ-3А и других типов; системы извещения, срабатывающие при определенной заранее заданной температуре; установки пожарной автоматики.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

27

КП.2016.13.00.ПЗ

* 1. **Техника безопасности при прокладке**

**кабельной линии связи**

При прокладке кабельной линии связи первым этапом является выбор местности, затем разрабатывается чертеж прохождения кабельной линии, после чего, с получения письменного разрешения выезжают на местность.

Приехав на местность, где будет прокладываться кабель, с рабочими проводят инструктаж по технике безопасности, а также с особенностями прокладки данной кабельной линии. Затем выкапывают траншею, это делают с помощью специальной техники, или в ручную, затем привозят кабель и прокладывают его.

Погрузку и выгрузку барабанов массой более 60 кг необходимо выполнять механизированным способом и на ровной местности. Влезать в кузов для закрепления барабана разрешается только тогда, когда барабан будет опущен на платформу автомобиля. При перевозке барабанов с кабелем в автомобиле следует сделать дополнительный настил из досок. Находиться сзади накатываемого на автомобиль (в железнодорожный вагон) или спереди спускаемого с автомобиля (вагона) барабана запрещается. Барабан, нагруженный на автомобиль или другие транспортные средства, следует тщательно закрепить растяжками и специальными башмаками или отесанными бревнами, подкладываемыми под щеки барабана. Погрузкой, перевозкой и разгрузкой барабанов с кабелем должен руководить опытный работник по должности не ниже старшего электромеханика.

Перед началом прокладки кабеля проверяют герметичность оболочки через вентиль, впаянный в конце кабеля. При ручной прокладке кабеля барабан устанавливают у траншеи на домкрат. Кабель подается с барабана одним или двумя рабочими, которые, медленно вращая барабан, передают кабель впереди идущим рабочим. Число рабочих должно быть таким, чтобы масса кабеля, приходящаяся на одного мужчину, не превышала 35 кг, а на женщину – 20 кг. При раскатке и укладке кабеля в междупутье барабан устанавливают с соблюдением габарита приближения строений. Не допускается оставлять барабан на ночь в междупутье. Если кабель прокладывают кабелеукладчиком, то к работе на нем допускаются лица, изучившие технологический процесс укладки кабеля и проверенные в знании технике безопасности при работе на кабелеукладчике. Во время работы многоковшкого или скребкового траншейного экскаватора запрещается очищать ковш или скребки от корней, проволок и других предметов.

При рытье траншей нельзя заваливать землей ходовые рельсы, сточные решетки, люки, пожарные краны и другие подземные сооружения. Место, где производится работа следует ограждать щитами, а ночью, помимо этого, – освещать красными фонарями.

При работах вблизи путей и линейно-путевых сооружений следует соблюдать особую осторожность, должны предусматриваться: меры по предотвращению обвалов и оползней краев траншей; мостики с перилами в местах прохода пешеходов.

При наличии подземных коммуникации на трассе кабеля пользоваться ломами, кирками и т. п. при рытье траншей разрешается только на глубину 0,3 м от поверхности земли, все остальные работы производятся лопатой.

При протягивании кабеля в канализации запрещается находиться у изгибов троса и прикасаться голыми руками к движущемуся кабелю или тросу. Во время установки на стенки колодца железобетонного перекрытия находиться в колодце запрещается. Спускаться в колодец разрешается после того, как перекрытие будет надежно установлено и займет необходимое положение. Люк на горловине колодца должен быть закрыт временной или постоянной крышкой.

При открывании колодца следует соблюдать осторожность, чтобы возникли искры от ударов ломом, молотком и т. д., которые могут вызвать взрыв, если в колодце имеются взрывоопасные газы. При снятии примерзшей крышки люка зимой используют кипяток, горячий песок или негашеную известь. Запрещается до окончания вентилирования приближаться к люку с открытым огнем. Независимо от того, есть в колодце газ или нет, до начала работы необходимо провентилировать колодец, в котором будут проводить работу, и соседние с ним колодцы. По одному с каждой стороны.

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

28

КП.2016.13.00.ПЗ

1. **Сметно-финансовый расчет**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

29

КП.2016.13.00.ПЗ

таблица № 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование работ | Стоимость 1км.  в рулях | Количество  километров | Общая  стоимость |
| 1. | Строительные работы | 5.000 | 144,3 | 721,500 |
| 2. | Монтажные работы | 13.000 | 144,3 | 1,875,900 |
|  | Всего строительно-монтажные работы |  |  | 2,597,400 |

Спецификация оборудования, устанавливаемого

по данному проекту

таблица № 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Прейскурант**  **№** | **Наименование**  **оборудования** | **Единица**  **измерения** | **Количество** | **Стоимость**  **в рублях** | |
| **единица** | **общая** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | Доп.7  29-01-16  01-1502 | Стойка четырёх и двухпроводных переключений СЧДП | Стойка | 3 | 2000 | 6000 |
| 2 | 16-02  09-0209 | Промежуточная стойка переключений ПСП-0 | Стойка | 3 | 1400 | 4200 |
| 3 | - // - | То же ПСП – 2 | Стойка | 3 | 1200 | 3600 |
| 4 | 16 – 02 | Стойка вводно-кабельного оборудования СВКО | Стойка | 3 | 2900 | 8700 |
| 5 | 29-02-20  п. 233 | Стойка вводно-кабельная  ВКС-С | Стойка | 3 | 1300 | 3900 |
| 6 | 16-02  09-0046 | Стойка дистанционного питания СДП | Стойка | 3 | 2900 | 8700 |
| 7 | 29-01-16  01-1259 | Стойка распределения питания СРП – 59 | Стойка | 3 | 1000 | 3000 |
| 8 | 16-02  09-0052 | Стойка автоматического регулирования напряжения  САРН – П – М | Стойка | 3 | 5000 | 15000 |
| 9 | 16-02  03-0031 | Устройство телеконтроля  УТК 60 – 2 ОУП | Прибор | 1 | 1900 | 1900 |
| 10 | 16-02  09-0082 | Магистральный выравниватель | Штука | 1 | 900 | 900 |
| 11 | 16-02  09-0108 | Стойка телемеханика  СТМ – ОУП | Стойка | 1 | 3300 | 3300 |
| 12 | Инф.  ГТСС | Водно-кабельный шкаф  ВКШ – 1 | Шкаф | 1 | 1400 | 1400 |
| 13 | 16-04  08-029 | Оконечная станция  ОК – 12+12АБ | Стойка | 1 | 20900 | 20900 |

продолжение таблицы № 5

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

30

КП.2016.13.00.ПЗ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 14 | 16-04  08-030 | То же ОК – 12+12АБ | Стойка | 1 | 20000 | 20000 |
| 15 | 16-04  08-027 | Промежуточная станция обслуживаемая КП – 12+12 – 1 | Стойка | 1 | 16840 | 16840 |
| 16 | 16-04  08-025 | Промежуточная необслуживаемая станция  НУП КП – 12+12 | станция | 4 | 13900 | 55600 |
| 17 | Инф.  ГТСС | Автоматическая кабельная осушительная установка АКОУ с баллоном | Штука | 7 | 1910 | 13370 |
|  |  | **Итого оборудования** |  |  |  | **187310** |
| 18 | Цена завода | Комплект измерительных приборов | Комплект | 7 | 17000 | 119000 |
|  |  | **Итого с измерительными приборами** |  |  |  | **306310** |
|  |  | **Наценки ГУМТО**  **(от стоимости оборудования)** |  | **%** | **1** | **1873,10** |
|  |  | **Заготовительно складские расходы** |  | **%** | **4** | **7492,40** |
|  |  | **Всего по спецификации** |  |  |  | **315675,50** |
|  |  | **Монтажные и наладочные работы (от стоимости оборудования без измерительного оборудования)** |  | **%** | **25** | **46827,50** |
|  |  | **Общая стоимость оборудования** |  |  |  | **362503** |
|  |  | **Общая стоимость проекта** |  |  |  | **2959903** |

Рассчитаем стоимость одного канала-километра. Для этого определим количество канала-километров по формуле:



(19)



где: - протяженность трассы в километрах

n – количество каналов



рублей/километр



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

31

КП.2016.13.00.ПЗ

1. Багуц В. П., Тюрин В. Л. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1988.

2. Бунин Д. А. Провода и кабели в СЦБ и связи М.: Транспорт, 1982

3. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения. М. Транспорт, 1993.