ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Факультет «Безотрывных форм обучения»
Кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

Валдаева Дмитрия Ивановича

на тему: Применение спутниковой навигации при обслуживании и ремонте кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики

Обучающийся	_____ подпись, дата	Д.И. Валдаев
Заведующий кафедрой – главный руководитель	_____ подпись, дата	д.т.н., проф. А.Б. Никитин
Руководитель ВКР	_____ подпись, дата	к.т.н., доц. А.М. Горбачев
Консультанты	_____ подпись, дата	к.э.н. В.М. Артимович
	_____ подпись, дата	к.т.н., доц. О.И. Тихомиров
Нормоконтролер	_____ подпись, дата	Е.В. Добрякова

Санкт-Петербург 2020

Аннотация

Настоящий дипломный проект посвящен разработке технико-технологических решений по оптимизации технологического процесса технического обслуживания и ремонта кабельных сетей ЖАТ.

В данном проекте представлен информационно-аналитический обзор по применению систем спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей ЖАТ.

Выполнено проектирование напольного технологического оборудования станции «Ваенга» с учетом модернизации, и дано обоснование применения технологий спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики на примере станции «Ваенга».

Представлена основная работа в графическом редакторе АРМ – ВТД.

Выполнено технико – экономическое обоснование автоматизации рабочего места АРМ – ВТД.

Рассмотрены требования по техники безопасности и охране труд при производстве работ на кабельных линиях ЖАТ.

Содержание

Введение.....8
1 Информационно-аналитический обзор по применению систем спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики.....10
1.1 Технология проектирования и строительства кабельных линий железнодорожной автоматики и телемеханики с подземным расположением муфт.....10
1.2 Обзор технической возможности использования АРМ для хранения и обработки кабельных планов.....22
1.3 Анализ возможности использования спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики 25
2 Проектирование напольного технологического оборудования станции «Ваенга».....26
2.1 Характеристика станции «Ваенга» и используемого оборудования. Обоснование необходимости замены системы электрической централизации на систему ЭЦ-12-03 при реконструкции станции.....26
2.2 Проектирование схематического и двухниточного планов станции с учетом модернизации станции.....38
2.3 Разработка кабельного плана станции «Ваенга» с учетом использования подземных кабельных муфт.....46
3 Обоснование применения технологий спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики на примере станции Ваенга.....50
3.1 Особенности текущей технологии хранения и обработки информации о кабельных сетях и расположении муфт.....50
3.2 Использование глобальных навигационных спутниковых систем для обслуживания кабельных сетей с подземным расположением муфт на примере станции Ваенга.....57

4 Оценка экономической целесообразности внедрения технологии эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики на базе современных спутниковых систем слежения и автоматизации.....65
4.1 Обоснование для внедрения спутниковых систем и назначение системы АРМ-ВТД.....65
4.2 Снижение трудоемкости за счет внедрения АРМ-ВТД.....67
4.3 Расчет экономии затрат на обработку документов.....69
4.4 Расчет капитальных затрат.....70
4.5 Расчет экономического эффекта внедрения АРМ ВТД.....71
5 Охрана труда.....73
Заключение.....83
Библиографический список.....85
Приложение А.....88
Приложение Б.....89
Приложение В.....90

Введение

Тема ВКР: Применение спутниковой навигации при обслуживании и ремонте кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики.

Грузотранспортная система Российской Федерации динамически развивающаяся, логистически сложно устроенная, многоуровневая система, основное назначение которой обеспечить требуемый грузопоток, грузовые коммуникации локально-разрозненных федеральных субъектов, используя современные технолого-инфраструктурные и транспортно-мультимодальные решения организации грузооборота.

Эффективность грузотранспортной системы оценивается показателем грузовых перевозок, который за последнюю декаду показывает положительную динамику – прирост на 5,1 % (2008 – 7750 млн т/год, против 2018 – 8144 млн т/год). При этом железнодорожный транспорт занимает 16,9 % (по данным 2018) от общего обеспечения грузовых перевозок, последовательно увеличивая эффективность грузотранспорта – прирост за рассматриваемую декаду на 32,2 % (2008 – 1047 млн т/год, против 2018 – 1384 млн т/год). Аналогичный показатель эффективности грузотранспортной системы – грузооборот, который также демонстрирует увеличение на 18,8 % (2008 – 4752 млрд т-км, против 2018 – 5644 млрд т-км). Железнодорожное обеспечение грузооборота в рамках Российской Федерации имеет удельный вес от общего грузового потока (по показателям 2018) – 46,1 %, демонстрируя соответствующий прирост на 29,2 % (2008 – 2011 млрд т-км, против 2018 – 2598 млрд т-км). Общий удельный вес грузотранспортой системы в экономике РФ составляет порядка 10,2 %, что в натурально-финансовом выражении составляет 5820,9 млрд руб. [1].

Основной задачей транспортной системы является – обеспечение перевозки пассажиров и грузов высокого качества: соблюдение сроков, безопасность жизни и здоровья пассажиров и сохранение свойств перевозимых товаров. [2]

С ростом движения, скорости и веса поездов все большее значение приобретают устройства электрической централизации, автоматической блокировки и автоматической сигнализации локомотивов, предназначенные для обеспечения безопасности поездов и повышения пропускной способности железных дорог.

Для обеспечения бесперебойного и безаварийного функционирования устройств электрической централизации, которые управляют движением подвижного состава предназначены кабельные сети железнодорожной автоматики и телемеханики. Посредством кабельной коммутации осуществляется связь напольных устройств электрической централизации: стрелочных электропроводов, светофоров, приборов рельсовых цепей, постовых устройств.

В этой связи кабельные линии являются крайне ответственными коммуникациями, обеспечение бесперебойного и безаварийного функционирования которых, является первоочерёдной технолого-безопастностной задачей, решаемой при организации нормального следования подвижного состава, что определяет актуальность настоящей работы [3].

Таким образом, в современных условиях нельзя не отметить неуклонный рост темпов оснащения и модернизации железных дорог новыми устройствами спутниковой навигации, а так же систем слежения и автоматизации.

Основная цель дипломного проекта изучить эффективность применения технологий спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики, а так же актуальность современных информационных технологий для ведения технической документации с применением АРМ – ВТД и особенности технологии хранения и обработки информации в графическом редакторе АРМ ВТД на примере станции Ваенга.

1 Информационно-аналитический обзор по применению систем спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики

1.1 Технология проектирования и строительства кабельных линий железнодорожной автоматики и телемеханики с подземным расположением муфт

Технология проектирования и строительства кабельных линий железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) базируется на соответствующих документах, таких как: СП 244.1326000.2015 с учётом ГОСТ Р 53431-2009, а также действующей на территории Российской Федерации нормативно-технической, нормативно-правовой и ведомственной документации. [4]

В вышеуказанных документах действуют общие правила строительства и проектирования кабельных сетей инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, а так же обозначаются требования к прокладке в грунт кабелей с медными жилами.

Вся технология проектирования предполагает разработку технического проекта строительства и рабочих чертежей. Работа над техническим проектом начинается с исследования и изучения местности, где планируется построить линии и кабельные сети.

В ходе исследования выбирают варианты прохождения магистральных, линий или сетей, измеряют удельное сопротивление грунта, определяют условия сближения плановой кабельной трассы с электрифицированными железными дорогами и линиями электропередач, ищут способы пересечения железных и шоссейных дорог, а также водные преграды и т.д.

В проекте выбирают тип (марку) кабеля, его мощность с учетом перспективы развития устройств.

При разработке проектных решений учитывается:

- трассировка, устройство кабельных линий и устройств;

- мероприятия по защите окружающей среды, включая защиту растений и животных;

- мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и санитарии;

- мероприятия по обеспечению противопожарного режима;

- мероприятия по гражданской обороне и антитеррористической защищённости;

- антикоррозионные мероприятия по защите кабельных коммуникаций и устройств на них;

- мероприятия по защите информационных каналов, сопровождающих коммуникации ЖАТ;

- мероприятия по спутниковому координированию и позиционированию;

- мероприятия по автоматизации и диспетчеризации;

- мероприятия по ресурсоэнергосбережению и рациональному использованию строительных материалов, кабельной продукции и устройств;

- мероприятий по электромагнитной защищённости и совместимости с прочими сопровождающими устройствами ЖД линий;

- мероприятия по знако-сигнальному обеспечению сопровождающих ЖД линий;

- мероприятия по обеспечению безопасности движения подвижного состава;

- мероприятия по интеграции и совместимости с подсистемами сопровождающими ЖД линии;

- нормативные требования по функциональным обязанностям, возлагаемым на систему коммуникаций ЖАТ представлена на рисунке 1.

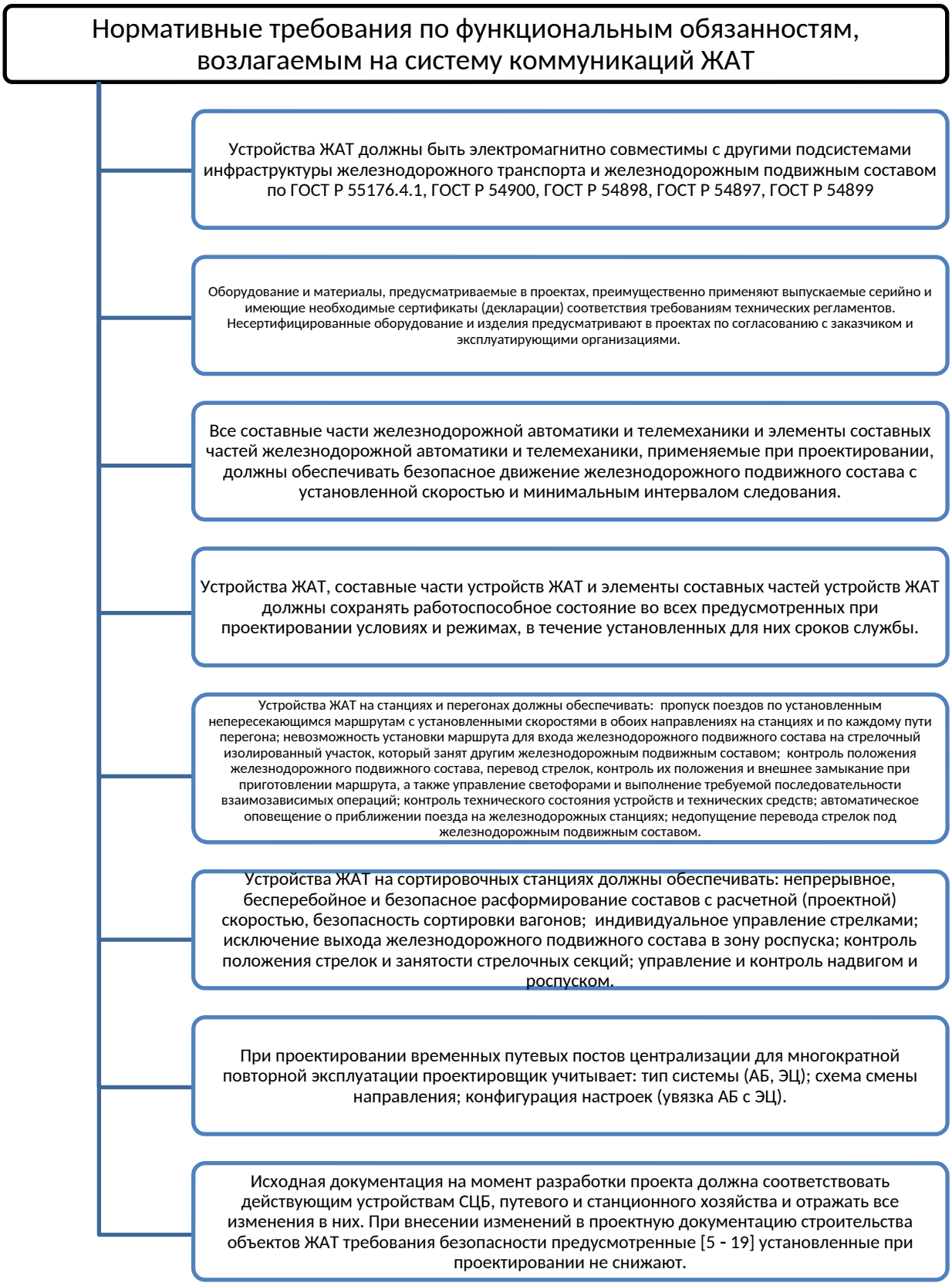


Рисунок 1 – Нормативные требования по функциональным обязанностям, возлагаемым на систему коммуникации ЖАТ

Непосредственно, система проектирования коммуникаций ЖАТ должна содержать следующие основные решения:

- решения по системам централизации стрелок и светофоров;
- решения по системам диспетчеризации и диспетчерского контроля;
- решения по стационарным системам технического диагностирования и мониторинга коммуникаций и устройств ЖАТ, которые должны предусматривать интеграцию АРМ для сопровождающего и обслуживающего ЖД линии персонала;
- решения по устройству напольного и постового оборудования ЖАТ;
- решения по трассировке кабельных коммуникаций ЖАТ;
- решения по заземлению, занулению, антикоррозионной защите, защиты от влияния окружающей среды, включая защиты от ударов молний;
- решения по антитеррористической и противовандальной защищённости;
- комплекс решений по устройству зданий и сооружений, располагаемых на коммуникациях ЖАТ и прочих сопровождающих ЖД пути системах;
- комплекс рекомендация по эксплуатации и техническому обслуживанию;
- разработка технико-технологических решений по устройству: АБ; ПАБ; АЛС; МАЛС; САУТ; АЛ СО; ДЦ; ДК; СТДМ устройств ЖАТ; ЭЦ; автоматизация и механизация сортировочных горок; МЭЦ; устройств сигнализации и заграждения на пересечениях автомобильных и железных дорог, сплетениях железных дорог, пешеходных переходов и у крупных искусственных сооружений; УОС; УЗС; АОПП; средств автоматического контроля технического состояния железнодорожного подвижного состава на ходу поезда; УКСПС; КГУ; устройств контроля свободности участков пути на основе счета осей; устройств обмена информацией ЖАТ с бортовыми устройствами локомотивов по радиоканалу.

Из различных способов прокладки кабельных линии была выбрана прокладка в грунт. Это наиболее распространенный способ прокладки. К

сожалению, такой способ прокладки кабеля занимает больше времени, тем не менее превосходит в несколько раз по надежности другие методы прокладки кабельных сетей.[5]

Существует два базовых способа прокладки кабеля в грунт: это либо укладка кабеля в траншею (траншейный способ), либо используется бестраншейный метод с помощью кабелеукладчиков.

Надо не забывать, что при проектировании кабельных сетей ЖАТ нужно учитывать их длины, а так же запас на укладку по трассе и на монтаж муфт.

Рассмотрим способ прокладки кабеля в предварительно открытую траншею.

Верхнее покрытие вскрываемых мостовых и тротуаров следует разбирать: при асфальтовом или бетонном покрытии – на ширину, большую ширины траншей на 0,1 м с каждой стороны, а при булыжном или кирпичном покрытии – на 0,2 м с каждой стороны.

Перед самой укладкой кабеля дно траншеи должно быть обследовано, очищено от камней, комьев грунта, корней деревьев и прочих твердых предметов. Предусматривается устройство нижней и верхней постели – толщиной не менее 10 см.[3]

Кабель должен укладываться в траншею немедленно после ее разработки. Не рекомендуется заготавливать траншею впрок.

Для укладки кабеля в открытую траншею используется 2 метода:

– метод перемещаемого барабана;

– метод стационарно вывешенного барабана.

При исполнении прокладки методом движущегося барабана, следует закрепить конец кабеля и медленно перемещать транспортное средство с барабаном вдоль трассы, обеспечивая отмотку кабеля при поворотах трассы. По мере размотки, во избежание его приподъема, кабель должен быть присыпан небольшим количеством грунта.

Метод стационарного барабана, вывешенного на опорах в начале участка укладки, состоит в размотке кабеля с барабана прямо в траншею или выкладка его на обочине траншеи с последующей укладкой.

При этом не допускается перемещение кабеля по каменистым, асфальтовым и другим твердым покрытиям, приводящее к повреждению его поверхности.

В траншею, на расстоянии 0,4 м от кабеля, укладывается предупредительная лента.

Рытье траншей и котлованов на станциях выполняется вручную.

Глубина траншеи должна обеспечивать подсыпку песка или рыхлого грунта слоем 5-10 см для выравнивания дна траншеи и выполнения плавных переходов через каменистые включения.

Засыпку траншеи ранее вынутым грунтом выполняют косопоперечными проходами бульдозера к оси траншеи. В местах, где применить бульдозер невозможно, засыпку траншеи выполняют вручную.

При разработке котлованов для монтажа кабельных муфт выемка грунта может выполняться одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой типа ЭО-2621.

Разработка траншей и котлованов, пересекающих все виды коммуникаций, допускается только при наличии письменного разрешения организации, эксплуатирующей эти коммуникации, и должна производиться в присутствии представителей этой организации. При этом должны быть приняты меры к предотвращению повреждений этих коммуникаций, а в зимних условиях – от промерзания.

Места стыковки строительных длин кабелей (места установки соединительных муфт) обозначают на местности временными реперами (вешками, столбиками и т. п.).

При прокладке кабеля необходимо правильно рассчитывать точки установки муфт, где предстоит рытье котлованов, избегая труднодоступных мест (в болотах, оврагах и т. п.). Важной задачей является точное фиксирование мест

стыковки концов кабеля. Возможно, более точное обозначение мест рытья котлованов для монтажа соединительных муфт значительно сократит затраты времени на монтаж кабельной линии.[3]

Трассу, проходящую вблизи подземных инженерных сооружений или в местах их пересечений с сооружаемой кабельной линией, разбивают в присутствии владельцев подземных сооружений, обязанных указать координаты их расположения, отметив достаточным количеством реперов с надписями «кабель связи», «ВВ кабель» и т. п. Геодезические и геометрические привязки кабельной трассы необходимы в течение всего срока эксплуатации кабельной линии, и поэтому их оформляют двусторонним актом согласования работ.

Земляные работы в зимнее время возможно производить, если они необходимы для своевременного выполнения последующих общестроительных работ.

Кабельные сети ЖАТ могут проходить при прокладке в специальных (железобетонных или пластмассовых) желобах, расположенных в грунте.

Укладка кабелей ЖАТ, связи и кабелей электроснабжения производится в отдельные кабельные желоба.

Разработка мёрзлого грунта экскаваторами возможна при небольшой глубине промерзания. При значительной глубине промерзания, когда непосредственная разработка грунта экскаваторами становится невозможной, необходимо предварительное рыхление, а в некоторых случаях - оттаивание мёрзлого грунта.

В настоящее время, для организации коммутации и нормального трассирования кабельных линий ЖАТ используются следующие виды соединительных муфт:

- универсальные муфты для разделки одного кабеля (рисунок 2);
- групповые муфты разветвления (рисунок 3).

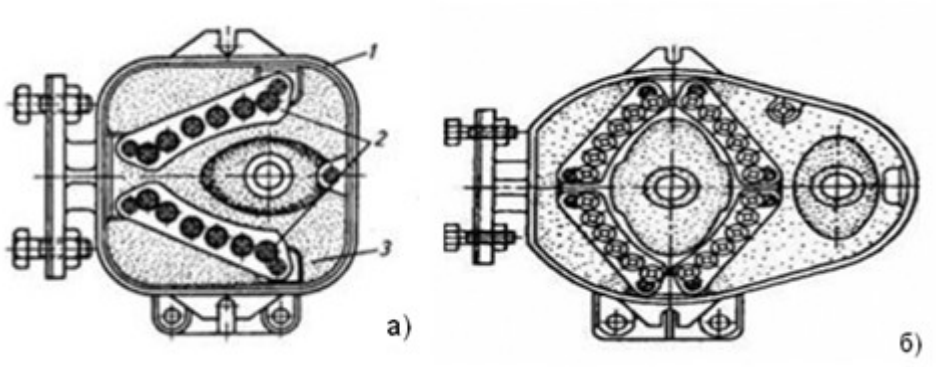


Рисунок 2 – Универсальные муфты для разделки одного кабеля (а) концевая, (б) проходная

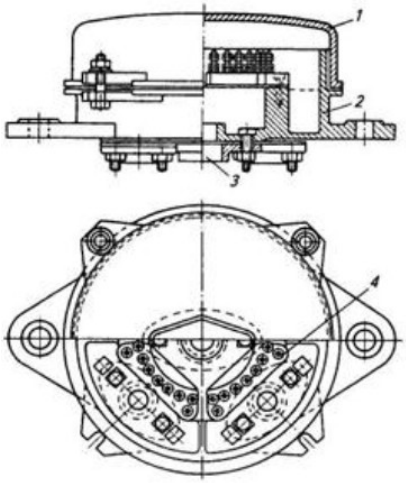


Рисунок 1 - Групповые муфты разветвления

В настоящее время также производятся муфты, используемые для коммутации прочих ЖД кабелей (рисунок 4).



Рисунок 4 – Обзор конструктивного исполнения муфт для ЖД кабелей

Предлагаемый ранее порядок производства работ по устроительству кабельных линий ЖАТ нижеследующий:

- согласование в установленном порядке проектной документации, разработка исполнительной и технолого-строительной документации (проект производства работ, технологические карты), содержащей решения по технологии производства строительно-монтажных работ;

- определение подрядной строительной организации, которая допускает к производству строительно-монтажных работ обученный, прошедший соответствующий инструктаж по методам безопасного производства работ, персонал;

- подготовка строительной площадки к производству работ с учётом требований по обеспечению производственной, индивидуальной защиты и техники безопасности, защите окружающей среды;

- организация транспортирования, доставки и складирования материалов, коммуникаций и устройств, подлежащих к монтажу, в соответствии с проектными решениями;

- входной контроль качества строительных материалов и изделий, включая кабельные линии, проверка наличия сертификатов и паспортов соответствия, удовлетворяющих нормативам, которые действуют на территории РФ;

- разработка ограничительных мер при необходимости производства работ в зонах действия габаритов существующих сооружений и коммуникаций;

- организация проведения земляных работ с соблюдением нормативных требований по охране труда и технике безопасности с учётом локальных условий производства работ;

- организация строительно-монтажного производства по устройству напольного оборудования ЖАТ, включая элементы свето-звуковой сигнализации, шкафные элементы различного назначения, оборудование переездов и пешеходных переходов, элементы крепления и арматуры кабельных коммуникаций, элементы сигнализации на специальных железнодорожных сооружениях, элементы путевых соединений, путевое трансформаторное оборудование (дроссель-трансформаторы, путевые ящики, прочее), кабельные муфты, стрелочную гарнитуру, электроприводы, устройств закрепления и сброса подвижного состава, устройств контроля следования (схода) подвижного состава, контрольно-габаритных устройств, устройств поточного технического контроля подвижного состава, устройств счета осей, прочее;

- организация строительно-монтажных работ по устройству локально-концентрированных элементов системы ЖАТ (горловин, районных станции);

- организация строительно-монтажных работ горочных путевых устройств;

- организация строительно-монтажных работ по устройству внутрипостового оборудования, включая стативы, панели питания, АРМ, прочие структурные элементы;

- организация строительно-монтажных работ по устройству систем пожарной и охранной сигнализации, система пожаротушения;

- организация строительно-монтажных работ по устройству систем заземления, зануления, защиты от влияния окружающей среды, средств защиты от перенапряжения и ударов молнии;

- организация пуско-наладочных работ;

- оформление и согласование в установленном порядке исполнительной документации для каждого из этапов строительно-монтажного производства на коммуникациях ЖАТ;

- приёмная аттестация и контроль качества выполнения строительно-монтажных и пусконаладочных работ на коммуникациях ЖАТ.

Учитывая исследования в настоящей ВКР, остановимся на выполнении монтажных работ при устройстве кабельных муфт, последовательность установки которых указана на рисунке 5.

В итоге, существует надобность разработки технических решений направленных на оптимизацию технологического процесса обслуживания кабельных линий ЖАТ путём введения активных муфт, оснащённых радиотехническим маяком, который может быть локализирован при использовании спутниковых системы позиционирования и навигации.



Рисунок 2 - Порядок производства монтажных работ при устройстве кабельных муфт

1.2 Обзор технической возможности использования АРМ для хранения и обработки кабельных планов

Автоматизированное рабочее место – основано для улучшения условий труда работников железнодорожного транспорта – диспетчеров, экономистов, конструкторов, технологов и других служб, а главным образом для повышения производительности.[6]

Когда работник выполняет монотонные рутинные операции ,то в этом случае, у него возникает необходимость в использовании АРМ.

АРМ для разработки, обработки и хранению кабельных планов создавался на основании программного обеспечения российского и зарубежного производства, среди которых наиболее оптимальным является АРМ-ВТД, авторства ООО «ИМСАТ-ПРОЕКТ».

В настоящее время программный комплекс АРМ-ВТД имеет следующие технико-технологические возможности по разработке, обработки и хранению кабельных планов:

- систематизация, классификация, сортировка, инвентаризация и менеджмент кабельных планов;

- создание, редактирование и внесение поточных изменений в схемы кабельных планов: АРМ содержит широкий набор функциональных инструментов, предустановленных программных элементов, стандартизированных и нормализированных библиотечных элементов, а также соответствующий полнофункциональный графический редактор, который позволяет создавать, редактировать схемы кабельных линий СЖАТ;

– создание и обеспечение адаптивности к распространенным офисным текстовым и графическим редакторам; печать и предварительный просмотр документации перед переносом на бумажные носители; работа с базами коллективного (сетевого) пользования БДКП и БШП; автоматическое формирование таблиц взимозависимости на основе схематического плана станции;

- создание, редактирование и внесение поточных изменений в двухниточные кабельные планы станций, при этом реализован следующий функционал: ввод/редактирование двухниточных планов станций, содержащих автоматизированные функции (автоматическое построение топологии двухниточного плана на основе схематического плана; автоматическая разгонка полярности при синтезе фазочувствительных рельсовых цепей с возможностью задания начальной полярности; автоматическая разгонка частот при синтезе тональных рельсовых цепей с возможностью 6 начальных частот; автоматическая расстановка оборудования питающих и релейных концов рельсовых цепе; автоматических синтез системы канализации тягового тока на основе двухниточного плана станции;

- создание, редактирование и внесение поточных изменений в кабельные планы: встроенный в ПК АРМ-ВТД графический редактор кабельных планов СЖАТ осуществляет полуавтоматизированное, автоматизированное (для предустановленных библиотечных элементов) проектирование с целью оптимизации процессов создания, редактирования и внесения соответствующих изменений в обозначенные схемы кабельных планов, при этом реализован следующий автоматизированный функционал: автоматический перенос объектов с двухниточного плана на кабельную сеть; автоматический расчёт длины кабеля по ординатам конечных объектов; автоматизированная трассировка (трансляция) проводов объекта до поста ЭЦ; автоматический расчёт жильности кабеля;

- создание, редактирование и внесение поточных изменений в путевые планы перегонов;

- редактирование и использование библиотеки обозначение структурных элементов ЖАТ;

- создание, редактирование и внесение поточных изменений в принципиальные схемы кабельных планов;

- автоматизированная разработка технологического процесса строительно-монтажных работ при устройстве кабельных линий;

- редактирование монтажных карточек;

- формирование и редактирование схем разводки полюсов питания по стативам;

- формирование и редактирование спецификаций;

- автоматический анализ и экспертиза правильности построение кабельных схем: АРМ-ВТД производит постоянный мониторинг и проверку правильности построения кабельных схемы, сообщая оператору о неявных ошибках и несоответствиях в технической документации, при этом реализуется следующий набор функций: — анализ монтажных карточек (проверка корректности элементов монтажных карточек; поиск прямых/обратных адресов; проверка совпадения полюсов питания при проверке обратных адресов; проверка совпадения при проверке обратных адресов); сверка принципиальных монтажных схем (анализ цепочек принципиальных и монтажных схем; визуальное отображение отличий в цепочках, полученных с принципиальных и монтажных схем: новые или удалённые элементы; новые или удалённые связи; изменение полюсов питания или сечения);[7]

- автоматический анализ и экспертиза правильности формирования таблиц сигналов ТУ-ТС;

- формирование описательной текстовой части к кабельному плану;

Так же АРМ – ВТД позволяет создавать двумя способами монтажные схемы муфт. Создание схем вручную, при помощи библиотек графического редактора и создание монтажной схемы муфты с использованием кабельных сетей.

На основании существующей схемы кабельных сетей в автоматизированном режиме можно создать монтажную схему муфты. Формируется монтажная схема установленным алгоритмом.

Выделяется каждая муфта и отдельно для каждой создается монтажная схема. Проверяется наличие наименования и марки муфты, далее на новом листе создается монтажная схема самой муфты. Для соединения всех жил кабеля в муфте необходимо работать непосредственно с кабельной сетью. Автомати-

провода из соответствующего списка жил кабелей, предоставляемого программой.

Пример интерфейса ПК АРМ-ВТД представлен на рисунке 6.

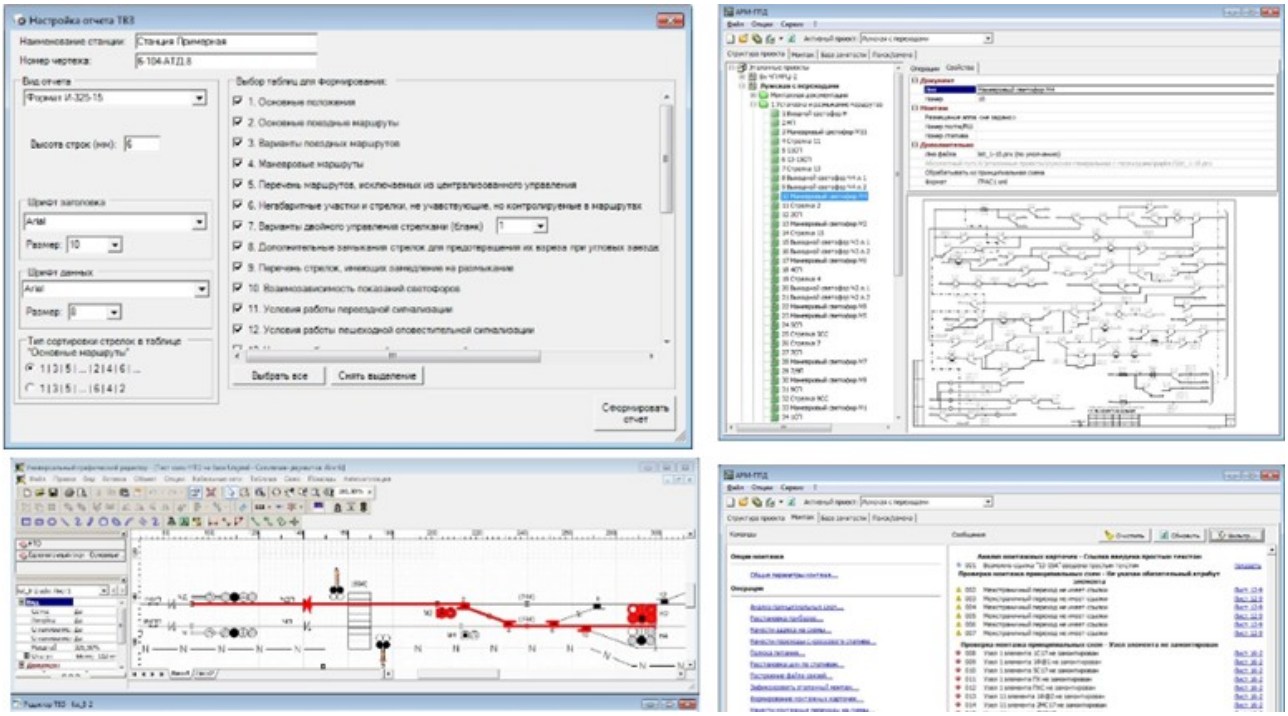


Рисунок 3 – Общий вид интерфейса ПК АРМ-ВТД

Таким образом, в программном комплексе АРМ-ВТД ООО «ИМСАТ-ПРОЕКТ», реализован полнофункциональный набор инструментов для реализации основной задачи, возлагаемой на программные продукты подобного рода - редактирование, хранение и менеджеринг кабельных планов.

1.3 Анализ возможности использования спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики

В наше время во всем мире активно используются Глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС (ГНСС) и GPS, которые применяют в различного рода областях человеческой деятельности.[8]

Системы ГНСС используют начиная от сфер развлечения до решения важных научных задач.

Вместе с ГНСС, в последнее время стали активно расширяться региональные спутниковые системы, охватывающие навигационным полем разные области и регионы нашей Земли.

Система ГЛОНАСС включает в себя:

– части навигационной аппаратуры для гражданского и специального потребителя;

– орбитальные комплексы;

– средства выведения;

– наземного комплекса управления;

– геодезические основы РФ;

– системы определения параметров вращения Земли и другие.

Система ГЛОНАСС в разные периоды использовала различные типы космических аппаратов (рисунок 7).



Рисунок 7 – Космический аппарат «Глонасс»

Принцип действия GPS приемников аналогичен системе ГЛОНАСС.

GPS расшифровывается как Global Positioning Sistem, что означает «Система глобального позиционирования».[9]

Система GPS состоит из 24-х искусственных спутников Земли, которые нужны для обеспечения работоспособности навигации.

GPS так же включает в себя спутниковые приемники, задача которых – уловить и записать данные, принимаемые от спутниковых передатчиков. Такие информативные данные отправляет каждый вращающийся спутник, а GPS оборудование просчитывает фактическое расстояние до объекта.

Использование спутниковых систем позиционирования и навигации является приоритетным направлением для РЖД [10].

Среди основных направлений в использовании спутниковых систем навигации и позиционирования, намеченных руководством РЖД выделяют следующие:

– спутниковый мониторинг пассажирских перевозок с целью поточного контроля технического состояния подвижного пассажирского состава и локализации поточного местонахождения состава на пути следования, контроль параметров пассажиропотока и пассажирооборота, контроль решения логистических задач в отношении оптимальных маршрутов и отсутствия враждебных путей;

– спутниковый мониторинг грузовых перевозок, с целью локализации грузового подвижного состава на пути следования, что позволяет оптимизировать логистику доставки грузов и обеспечить максимальный контроль за транспортировкой опасных и особоважных грузов;

– спутниковая координация движения подвижного состава с целью оптимизации загруженности путей следования, обеспечения эффективной логистической развязки, уменьшения технологического времени на перебазирование вагонов и локомотивов;

– интегральная система спутниковой связи, которая осуществляется обмен между локальными базами данных, формируя оперативное информационное поле, позволяющее осуществлять эффективное динамическое управление;

– спутниковый мониторинг проведения ремонтных работ, который позволяет организовать действенный менеджмент проведения ремонтно-работ по восстановлению путём контроля передвижения ремонтных бригад и строительной техники;

– осуществлять оперативную связь между ремонтным персоналом и управлением, осуществлять оптимальную логистику доставки требуемых материалов и изделий, получать оперативную информацию о ходе производства работ с целью выполнения потоковых графиков использования вновь введённых в эксплуатацию путей следования;

– схема спутникового позиционирования позволяет сбалансировать загрузку путей следования на сортировочной станции, осуществлять оперативное управление подвижным составом, а также прочие функции указанные на рисунке 8.



Рисунок 8 - Схема спутникового позиционирования на сортировочной станции

– схема спутникового позиционирования элементов ЖД путей, которая позволяет снимать поточные данные о техническом состоянии элементов путей следования, принимать и выполнять оперативные решения по организации движения на путях следования, показана на рисунке 9.[11]

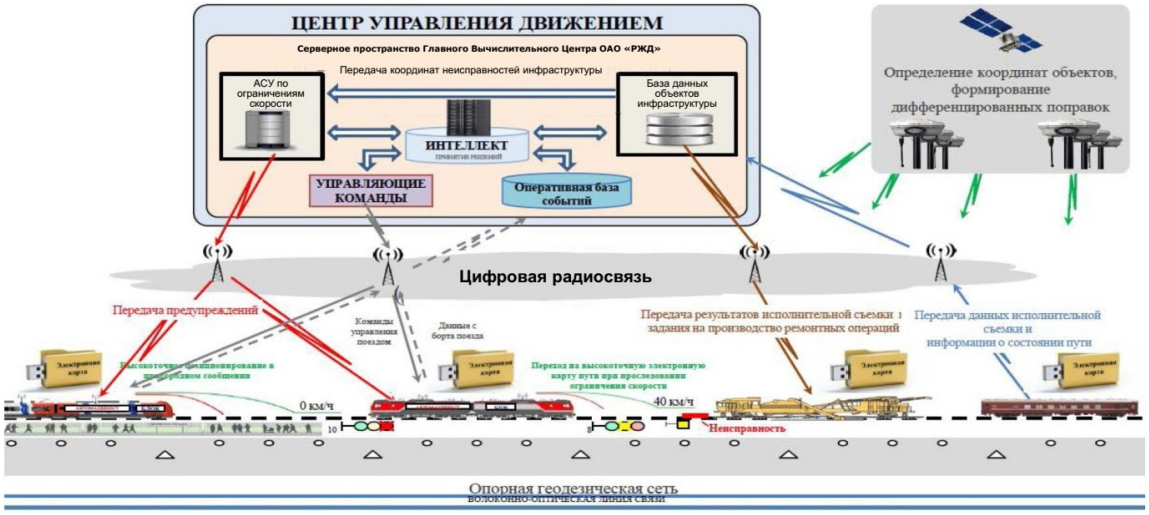


Рисунок 9 - Схема спутникового позиционирования структурных элементов ЖД путей

Безопасность эксплуатации железнодорожных путей напрямую зависит от беспрерывного и безаварийного функционирования локальной и общей системы электрической централизации, коммутируемой соответствующими кабельными линиями, целостность, ремонтопригодность и точность позиционирования которых является основной задачей службы сопровождения.[9]

На основании проведенного технологического анализа, принято решение по использованию спутниковых систем навигации для точного позиционирования и поточного технического диагностирования кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики, концепция которой отражена на рисунке 10.

Общая технология получения координат подземных объектов при помощи спутниковой системы показана на рисунке 10. На этапе закладки муфты с помощью модуля системы спутниковой навигации 1 определяются координаты муфты 8 и записываются в базу данных ноутбука 2. Необходимо отметить, что в геодезических измерениях для картографии используются заранее определенные опорные пункты. Между тем, на железных дорогах такие точки могут отсутствовать изначально.

В связи с этим следует трансформировать существующую технологию – при прокладке кабеля и отметке опорной точки, которые должны быть неизменными, необходимо определить самостоятельно.

Рисунок 10 – Концепция технико-технологического решения по использованию спутниковой системы навигации для позиционирования и поточного диагностирования кабельных муфт железнодорожной автоматики и телемеханики

Для того чтобы сохранить все сведения о координатах в памяти приемников, и загрузить их в автоматическом режиме на автоматизированное рабочее место технической документации (АРМ ВТД) с подключенным модулем ведения документации по кабельным сетям, необходимо – рассмотреть два этапа технологии определения положения подземных муфт.[12]

На первом этапе произвольно выбираем опорную точку на расстоянии не более 2–3 км (использование более мощных радиомодемов позволяет его увеличить). Ее координаты определяются при помощи базового приемника из

комплекта оборудования. Длительность этого процесса зависит от применяемого оборудования и занимает не более 10 мин.

Далее при помощи ровера определяется положение искомых объектов (подземных муфт, мест перехода трассы кабеля под путями, точек поворота кабелей и др.) относительно данного опорного пункта.

При помощи радиомодема, входящий в комплект оборудования для геодезии – ровер, связан с базовым приемником, расположенным в опорной точке. Их совместная работа позволяет свести к минимуму погрешность определения координат объектов.

В итоге на чертежах соответственной технической документации (однониточные и двухниточные планы, исполненные кабельные сети) будет отражена информация о реальном размещении объектов на местности.

Второй этап доступа к искомой подземной муфте 8 и определения ее области залегания 4 осуществляется с помощью модуля системы спутниковой навигации 1 и данных о координатах. При этом базовый приемник устанавливается в опорной точке, а ровер используется для обнаружения объекта – точки на земной поверхности 5, под которой расположена кабельная муфта.

В случае применения исключительно технологий спутниковой навигации требуется точное и дорогое геодезическое оборудование.

В качестве альтернативы этого способа можно предложить использование радиометок. При этом рядом с кабельной муфтой на этапе прокладки кабельной сети размещается радиометка 6, связанная с муфтой гибкой сцепкой 7. Координата муфты сохраняется в базе данных. Когда возникнет необходимость доступа к подземной муфте, область ее залегания 4 определяется с помощью системы спутниковой навигации 1 и сведений о ее координатах в базе данных ноутбука.

Затем координаты залегания радиометки 5 уточняются с помощью специализированного маркероискателя 3. В процессе движения грунта гибкая связка обеспечивает совместное залегание радиометки с муфтой и исключает повреждение последней при откапывании.

Радиометки позволяют использовать такую технологию даже при наличии помех в работе навигационных спутниковых систем и применять более дешевые стандартные приемники. Однако точность обнаружения подземных объектов при этом составляет уже десятки сантиметров, что увеличивает объем земляных работ при ремонте кабельных сетей.[12]

Такой способ требует дополнительных затрат на приобретение радиометок на этапе строительства, но при этом экономятся средства на закупку дорогих навигационных приемников.

2 Проектирование напольного технологического оборудования станции «Ваенга»

2.1 Характеристика станции «Ваенга» и используемого оборудования. Обоснование необходимости замены системы электрической централизации на систему ЭЦ-12-03 при реконструкции станции

2.1.1 Общая характеристика станции «Ваенга»

Станция «Ваенга» (рисунок 11) - непассажирская железнодорожная станция Октябрьской железной дороги Мурманского региона, на линии Мурманск — Ваенга.



Рисунок 11 - План ситуативного размещения станции «Ваенга»

Станция расположена на малодеятельном участке железной дороги.

Пропускная способность: 6 пар поездов в сутки.

Вид пункта (по классификации ГОСТ Р 55056-2012 Распоряжения ОАО «РЖД» от 24 июля 2018 № 1574/р): раздельный пункт.

Код ЕСР станции (по классификации ГОСТ Р 55056-2012, Распоряжения ОАО «РЖД» от 24 июля 2018 № 1574/р): 019007.

Классность станции (по классификации ГОСТ Р 55056-2012, Распоряжения ОАО «РЖД» от 24 июля 2018 № 1574/р): IV.

Расстояние до узловых станций (в километрах) (по данным Тарифного руководства N 4): Мурманск — 31.

Коммерческие операции (параграфы) (по классификации Распоряжения ОАО «РЖД» от 24 июля 2018 № 1574/р, Тарифного руководства N 4):

1 Прием и выдача повагонных отправок грузов, допускаемых к хранению на открытых площадках станций.

3 Прием и выдача грузов повагонными и мелкими отправками, загружаемых целыми вагонами, только на подъездных путях и местах необщего пользования.

Количество путей приёма (по данным Тарифного руководства N 4): 2.

Количество путей отправления: 4

Рельсовые цепи оборудованы путевыми реле типа ДСШ - 16.

Участок приближения оборудован импульсной рельсовой цепью.

На участке Комсомольск - Ваенга действует ПАБ по альбому РПБ-82.

ТО стрелки оборудованы МКУ по альбому РПБ-4.

Количество стрелок: в чётной горловине - 7, в нечётной - 8.

Станция оборудована ДЦ – ЭЦ-2.

В нечетной горловине есть 2 рельсовые цепи постоянного тока на участках перед маневровыми светофорами. Капитальный ремонт кабеля произведён 2009 году.

СБПУ с гидрофобным заполнением.

Выходные светофоры с центральным питанием: 2 фидера+ ДГА.

УКСПС расположено перед станцией.

Параметры железнодорожных путей указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Параметры железнодорожных путей станции «Ваенга»

Тип рельса	Марка крестовины	Сторонность перевода	Номера стрелок	Количество
Р50	1/9	левая	2,4,6,10,5,15	6
Р50	1/9	правая	8,1,3,7,9,11	6
Р50	1/11	правая	16	1
Р50	1/18	сбрасывающая	18сс	1
Р43	1/9	левая	13	1
Итого стрелок				15
В том числе спаренные стрелки			2/4, 13/15	4

Параметры коммуникаций и оборудования электрической централизации на станции Ваенга указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Параметры коммуникаций и оборудования электрической централизации станции «Ваенга»

1	2	3
Стрелки	15	
из них: МКУ	15	2,4,6,8,10,16, 18сс,1,3,5,7,9,11,13,15
Светофоры	9	
из них: поездные	5	
маневровые	3	
предупредительные	1	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Переезды, не обслуживаемые дежурными работниками	1	
Рельсовые цепи	7	
Пути, оборудуемые АЛС:	1	
в нечетном направлении	1	1П

Станция оборудована устройствами МКУ по альбому РПБ-4.

Пригласительный сигнал предусмотрен на светофоре Ч.

Кодирование маршрутов: приема - участок ЧИП; отправления - 1 путь.

Рельсовые цепи выполнены по нормаль РЦ 25-ДСШ 16-АТ-С-92 с реле ДСШ-16.

На подходе к станции включены два датчика УКСПС.

Враждебность по ПТЭ (ЦРБ-756 от 26.05.2000) в четном и нечетном направлениях отсутствует.

Маневровые светофоры М1, М3, М2 открываются при условии установки стрелок в выбранном маршруте.

На 23 км перегона Ваенга - Мохнаткина Пахта примыкают стр. №2/24, которые оборудованы контрольными стрелочными замками Мелентьева. Ключ от плюсового контрольного стрелочного замка припаян к ключу-жезлу перегона Ваенга-Мохнаткина Пахта.

2.1.2 Характеристика систем централизации и напольного оборудования станции «Ваенга»

В настоящий момент станция оборудована светофорной сигнализацией и устройствами ключевой зависимости стрелок и сигналов с замыканием маршрутов электрозащелками.[14]

При ключевой зависимости перевод стрелок осуществляется вручную, а связь их с сигналами при помощи контрольных стрелочных замков системы Мелентьева.

В качестве контрольных устройств ключевой зависимости применены малогабаритные стрелочные централизаторы, которые размещены на стрелочных постах №1, №2 и служат для замыкания стрелок ручного управления в задаваемых маршрутах.

Приемоотправочные пути I, 3, примыкающие к путям стрелочные участки четной горловины станции, путевые участки ЧАП и МП, участок приближения ЧИП оборудованы электрическими рельсовыми цепями.

Прилегающий однопутный перегон Ваенга–Блокпост 15 км оборудован полуавтоматической блокировкой системы РПБ-ГТСС по альбому РПБ-4.

Путевыми устройствами автоматической локомотивной сигнализации оборудованы:[15]

– участок приближения ЧИП перед входным светофором Ч в маршруте приема;

– путь IП в маршруте отправления с I пути на перегон Ваенга – Блокпост 15 км.

Для автоматического обнаружения наличия волочения деталей, выступающих за нижний габарит в подвижном составе, а также схода подвижного состава в поездах на прилегающем к станции «Ваенга» перегоне Ваенга–Блокпост 15 км установлено напольное оборудование устройств контроля схода и волочения деталей подвижного состава в поездах (УКСПС).

Движение маневровых составов на станцию с путей необщего пользования № 11, №12, №14 производится по маневровым сигналам М2, М1, М3 соответственно.

На путях необщего пользования № 11 №12, на 23 км и на 29 км перегона Ваенга–Блокпост 15 км расположены необслуживаемые дежурным работником пути переезды, оборудованные автоматической светофорной сигнализацией.

Контроль работы устройств переездной сигнализации этих переездов выведен на пульт-табло станции Ваенга.

При движении с пути необщего пользования ММУП Трест «Спецдорстрой» ограждение на переезде 23 км перегона Ваенга–Блокпост 15 км

осуществляется светофорами М1, М2 управляемыми составителем поездов со щитков, установленных на стойках, расположенных у этих светофоров.

На 23 км перегона Ваенга–Блокпост 15 км расположены стрелки 2/4 оборудованные контрольными замками системы Мелентьева. Ключ от плюсового контрольного замка этих стрелок припаян к ключу-жезлу перегона Ваенга-Блокпост 15 км.

В зависимость станции включены:

– 9 линзовых светофоров, из которых: 1 – предупредительный, 1 – входной, 4 – выходных, 3 – маневровых;

– 10 стрелок, оборудованных стрелочными контрольными замками системы Мелентьева и включены в зависимость с сигналами;

– рельсовые цепи переменного тока частотой 25 Гц с путевыми реле типа ДСШ–16.

Структурная схема управления устройствами СЦБ на станции «Ваенга» представлена на рисунке 12.

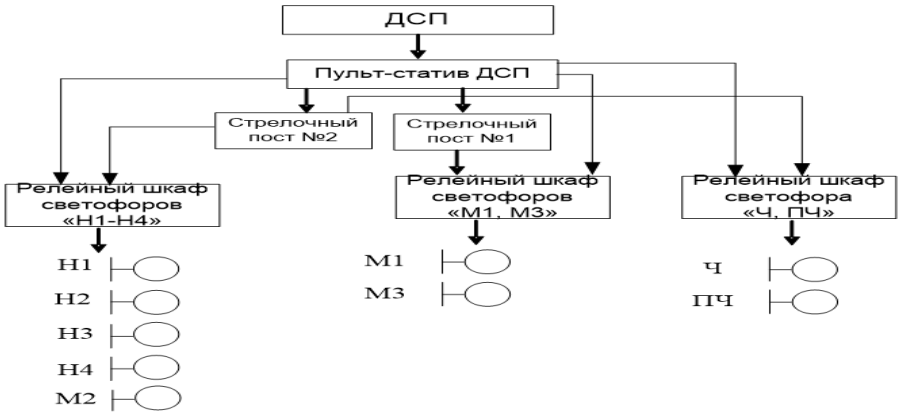


Рисунок 12 – Структурная схема управления устройствами СЦБ на станции «Ваенга»

Рельсовые цепи выполняют функцию датчиков обеспечивающих получение информации о трех состояниях участка пути:

– нормальный режим (участок пути свободен, рельсы исправны);

– шунтовой режим (участок пути занят подвижной единицей);

– контрольный режим (рельсовая нить участка пути оборвана).

А также служат для передачи кодов АЛСН на локомотив.

Изолированные рельсовые цепи обеспечивают:

– невозможность открытия светофора поездного маршрута при занятости или неисправности изолированного участка, входящего в маршрут;

– автоматическое закрытие светофора маршрута при пропуске поездов в момент вступления головы поезда за светофор или при возникновении неисправности изолированного участка;

– невозможность разделки маршрута до полного использования маршрута поездом;

– контроль на пульт-табло свободности или занятости изолированных участков.

Нечётная горловина станции не оборудована электрическими рельсовыми цепями и не контролируется на пульт–табло.

Участки путей перед светофорами М3 и М1 (5П и 7П, 9П и 11П) оборудованы нормально разомкнутыми рельсовыми цепями постоянного тока с путевыми реле АНШ2-2 для фиксации приема по маневровым сигналам.

Контроль за состоянием рельсовой цепи осуществляется по лампочкам.

Перевод стрелок осуществляется вручную дежурным стрелочного поста. Вынуть ключ из стрелочного контрольного замка можно только в том случае, если стрелка заперта в таком положении, которое указано на изъятом из замка ключе. На стрелочных ключах помимо серии нанесены: с одной стороны - наименование станции; с другой стороны - номер стрелки и знак «+» (плюс) или «-» (минус).

Все маршрутизированные передвижения на станции производятся по разрешающему показанию напольных светофоров.

На станции «Ваенга» установлены нормально горящие линзовые светофоры (таблицы 3 – 6).

Таблица 3 – Характеристика предупредительного светофора

Литер светофора	Конструкция светофора
ПЧ	мачтовый, двузначный светофор

Нормально предупредительный светофор сигнализирует желтым огнем.

Таблица 4 – Характеристика входного светофора

Литер светофора	Конструкция светофора
Ч	мачтовый, четырехзначный светофор, с закрещенным зеленым огнем, с пригласительным сигналом

Нормально на входном светофоре горит красный огонь.

Открытие входного светофора осуществляет ДСП нажатием кнопки «ПЧК» (сигнал «Ч») и удержанием ее в нажатом положении до погасания на пульт–стативе красной лампочки повторителя входного светофора и загорания зеленой.

Условия, при которых возможно открытие входного светофора:

– правильность установки маршрута приема;

– правильное положение стрелок (а также охранных стрелок) по маршруту;

– отсутствие встречного маневрового маршрута в другой горловине станции;

– отсутствие встречного маршрута отправления в своей горловине станции;

– свободность стрелочных путевых участков по маршруту и пути приема.

Перекрывается входной светофор после проследования поезда за входной светофор.

Таблица 5 – Характеристика выходных светофоров

Литер светофора	Конструкция светофора
Н1, Н4	мачтовые, двузначные светофоры
Н2, Н3	карликовые, двузначные светофоры

Нормально на выходном светофоре горит красный огонь.

Открытие выходного светофора осуществляет ДСП нажатием кнопки «ОНК» (сигнал Н1-Н4) и держит ее нажатой до загорания на пульт–стативе зеленой лампочки повторителя выходного светофора, после чего кнопку отпускает.

Условия, при которых возможно открытие выходного светофора:

– получение согласия на отправление от ДСП Блокпоста 15 км;

– правильность установки маршрута отравления;

– правильное положение стрелок (а также охранных стрелок) по маршруту;

– отсутствие встречного маршрута приема в своей горловине;

– отсутствие на перегоне хозяйственного поезда;

– свободность стрелочных путевых участков по маршруту.

Нормально на маневровом светофоре горит красный огонь.

Открытие маневрового светофора осуществляет ДСП нажатием кнопки «М1К», «М2К», «М3К».

Таблица 6 – Характеристика маневровых светофоров

Литер светофора	Конструкция светофора
М1, М3, М2	мачтовые, двузначные светофоры

Перекрывается выходной светофор с занятием поездом первой рельсовой цепи за светофором.

Условия, при которых возможно открытие маневрового светофора:

– правильность установки маневрового маршрута;

– отсутствие враждебных маршрутов приема и враждебных маневровых маршрутов с путей необщего пользования.

Перекрывается маневровый светофор вытягиванием соответствующей кнопки. Маневровый светофор М2 закрывается после проследования за него поезда и освобождения путевого участка МП. Маневровые светофоры М1 и М3 закрываются после проследования поезда за светофор и при срабатывании схемы контроля проследования.[16]

Нормально станционные светофоры имеют максимально установленную яркость свечения ламп. Для всех светофорных ламп предусмотрен режим – двойного снижения напряжения – который, осуществляется в результате нажатия ДСП кнопки «СНК» (снижение напряжения).

Прилегающий однопутный перегон Ваенга-Блокпост 15 км оборудован полуавтоматической блокировкой системы РПБ-ГТСС по альбому РПБ-4. В этой системе все зависимости осуществляются релейными схемами без применения специальной аппаратуры и механических взаимозамыканий.

Управление полуавтоматической блокировкой (дача прибытия, согласия и др.) производится кнопками, контроль состояния схемы и приборов осуществляется при помощи лампочек. Кнопки и лампочки устанавливаются на пульт-стативе (описаны в разделе 2 пункт 2.2 «Пульт-статив»).

На перегоне Ваенга-Блокпост 15 км расположены необслуживаемые дежурным работником пути переезды: 23 км, 29 км, оборудованные автоматической светофорной сигнализацией. Контроль работы устройств переездной сигнализации этих переездов выведен на пульт-статив станции «Ваенга».

2.1.3 Обоснование необходимости замены системы электрической централизации на систему ЭЦ-12-03 при реконструкции станции

В настоящий момент на станции «Ваенга» установлена и функционирует система ЭЦ–2, которая выполнена по ТМП 501–05–87.87.

Согласно данным результатов обследования, по состоянию на текущий момент на территории Российской Федерации находятся в эксплуатации порядка 136,3 тыс. стрелок, которые являются структурными элементами системы

электрической централизации, т.е. уровень охвата электроцентрализации составляет 75,7 %. При этом, установлено, что порядка 45,3 тыс. стрелок, входящих в ЭЦ (33 % от всего количества электроцентрализованных стрелок) находятся в эксплуатации более 25 лет, а порядка 3 тыс. стрелок требует немедленного вывода из эксплуатации и подлежат замене.

Ввиду наличия обозначенной ситуации соответствующие отраслевые управляющие органы, при согласовании с федеральными органами, разработали и внедряют программу обновления и модернизации СЖАТ, согласно которой планируется выполнить модернизацию 9 тыс. стрелок в год.

В соответствии с обозначенной программой, рекомендуются существующие системы ЭЦ заменять на ЭЦ–12, которая выполняется с разработкой решений по переходу на тональные рельсовые цепи с сокращением числа изолирующих стыков, что, согласно оценке [4], позволит снизить расходы по хозяйству СЦБ на 45 %, а по хозяйству пути на 45 млн руб./1000 км станционных путей.[17]

На фоне увеличения количества пар поездов, грузового оборота и развития на станции Ваенга подъездных путей, а так же физического износа и морального старения — существующая система ЭЦ–2 уступает более современной системе ЭЦ–12–03.

Современная система ЭЦ–12–03 выполнена со стативным монтажом штепсельных реле. Для наборной и исполнительной групп используется одинаковая элементная база – малогабаритные реле типа (Н), выпускающиеся взамен реле типа РЭЛ и имеющие уменьшенный на 20% вес.

Малогабаритные реле типа (Н) имеют увеличенное электрическое сопротивление изоляции обмоток при повышенной влажности, уменьшенный расход материалов и упрощенную конструкцию (один сердечник вместо двух, две катушки вместо четырех), а также уменьшенную трудоемкость изготовления и ремонта.

При системе ЭЦ–12–03 ускоряются процессы по переводу стрелок и открытию сигналов, вследствие чего возрастает пропускная способность станции.

Современная система даёт возможность производить установку самого сложного маршрута в течение 10-12 секунд.

Электрическая централизация (ЭЦ–2) характеризуется громоздкостью аппаратуры, требующей больших производственных помещений и децентрализованным расположением напольного оборудования.

Релейная централизация (ЭЦ–12–03) с малогабаритными реле типа (Н) занимает меньше места на стативе и обладает высокой надежностью. Современная система приводит к снижению отказов.

Внедрение проектируемой системы ЭЦ-12-03 позволяет значительно повысить безопасность и надежность эксплуатационной работы за счет преимуществ новой системы.

Более того, существует ряд причин необходимости технического перевооружения систем централизации, которые вызваны техническим развитием подвижного состава, среди которых:

– электромагнитная несовместимость тяговых двигателей с тиристорным управлением с приёмниками рельсовых цепей в частотном диапазоне 25 Гц, что требует внедрения средств помехозащиты;

– замена стрелок, соединённых с главными путями на стрелки с непрерывной поверхностью катания;

– замена неэффективной схемы управление распаривания стрелочных съездов;

– увеличение количества путевых приёмников рельсовых цепей и их оптимизация (увеличение усилия перевода до 450 кг);

– оптимизация и модернизация схем кабельных сетей при распаривании стрелочных съездов;

– модернизация схем СЖАТ ввиду внедрения диспетчерских съездов и предохранительных тупиков;

– реконструкция увязки ЭЦ с применением современных автоблокировок ввиду введения технологии бесстыкового пути;

– реконструкция оборудования СЖАТ, ввиду необходимости организации двухстороннего движения по каждому перегону пути;

– разработка технологических решений, направленных на оптимизацию совместной работы современных средств автоматической сигнализации локомотивов с устройствами ЭЦ;

– оптимизация диспетчеризации, что тянет за собой необходимость усиления замыкания стрелок;

– внедрение современных средств безопасности, таких как системы автоматического оповещения ремонтного персонала о приближении подвижного состава;

– оптимизация и модернизация с применением современных систем управления тормозами.

Таким образом, для увеличения грузового оборота, количества пар поездов уменьшения числа стрелочников на станции Ваенга, установлена целесообразность модернизации системы электро-централизации (ЭЦ–2) с внедрением системы электро-централизации ЭЦ–12–03.

2.2 Проектирование схематического и двухниточного планов станции с учетом модернизации станции

Система ЭЦ–12–03 выполнена со стативным монтажом штепсельных реле с использованием единой элементной базы для наборной и исполнительной групп — малогабаритных реле типа РЭЛ и возможной их заменой на реле типа НМШ. Предусмотрено использование пультов управления типа ППНБ, релейных и кроссовых стативов, кабельростов и кабельных соединителей системы ЭЦИ — электрической централизации с индустриальным монтажом.

ЭЦ–12–03 представляет собой электрическую централизацию с центральными зависимостями и центральным питанием. По условиям внешнего энергоснабжения может быть применена как батарейная, так и безбатарейная системы питания устройств ЭЦ. В системе предусмотрен как маршрутный, так

и раздельный способы управления объектами централизации. При реализации маршрута используется секционный способ размыкания.

В соответствии с требованиями для станции «Ваенга» принимаем следующие типовые решения:

– управление огнями входного светофора с центральным питанием и местным аккумуляторным резервом красной и лунно-белой ламп;

– использование двухнитевых ламп для поездных светофоров;

– управление стрелочными электроприводами (СЭП) постоянного или переменного тока по двухпроводной или пятипроводной схемам;

– автоматическое отключение электродвигателей СЭП при длительной работе на фрикцию с двукратной попыткой перевода стрелки при недоходе остряков в переведенное положение;

– выключение стрелок из зависимости с сохранением пользования сигналами;

– возможность передачи отдельных стрелок на местное управление с маневровых колонок типа МКСП;

– производство немаршрутизированных маневров без открытия маневровых светофоров по замкнутым стрелкам;

– применение маршрутного набора как без накопления, так и с накоплением маршрутов, враждебных заданному;

– фиксация кратковременных отказов рельсовых цепей и контрольных цепей СЭП в установленных поездных маршрутах;

– включение автодействия поездных светофоров;

– увязка устройств электрической централизации с различными видами автоблокировки, полуавтоматической блокировкой, диспетчерской централизацией, а также с устройствами автоматической установки маршрутов при ДЦ и др.

Схемы ЭЦ–12–03 составлены с учетом применения на пульте управления двухпозиционных одноконтактных кнопок. Для каждого светофора устанавливается только одна кнопка, при нажатии которой определяется

направление движения. Для выбора категории (рода) маршрута на пульт-табло дополнительно устанавливаются три кнопки категории маршрута: поездная, маневровая и маневровая для движения по двум белым огням.[17]

Задание любого основного маршрута выполняется последовательным нажатием соответствующей кнопки категории маршрута, а затем кнопок начала и конца маршрута. Начальной кнопкой маршрута является кнопка светофора, по которому устанавливается маршрут. Кнопкой, определяющей конец маршрута, является:

– при задании маршрута приема на обезличенный приемоотправочный путь — кнопка выходного светофора встречного направления;

– при задании маршрута приема на специализированный приемоотправочный путь — кнопка маневрового светофора встречного направления, а при его отсутствии — специальная конечная поездная кнопка;

– при задании маршрута приема до выходного светофора, установленного в горловине станции, а также на приемоотправочный путь с примыкающими к нему стрелками — кнопка светофора, до которого устанавливается маршрут;

– при задании маршрута отправления — кнопка входного светофора соответствующего направления, а при его отсутствии — специальная конечная поездная кнопка;

– при установке маневрового маршрута, когда он задается до следующего маневрового светофора в горловине станции, или на бесстрелочный участок пути в горловине, или до светофора в створе, — кнопка попутного маневрового светофора;

– при задании маневрового маршрута на блок-участок перегона за входным светофором — кнопка входного светофора.

Вариантный маршрут устанавливается нажатием соответствующей кнопки категории маршрута и последовательным нажатием начальной, промежуточной (определяющей отклонение от основного маршрута) и конечной кнопок. В качестве промежуточных кнопок, как правило, используются кнопки маневровых светофоров. Если по трассе вариантного маршрута нажатием

промежуточных кнопок не удается задать все необходимые варианты, то на пульте управления устанавливаются специальные вариантные кнопки.

При перекрытии светофора его повторное открытие производится нажатием двух кнопок: кнопки категории маршрута и начальной кнопки.

Для индикации нажатия кнопок начала, конца, а также трассы набираемого маршрута на табло предусмотрены световые ячейки, расположенные у светофоров на светосхеме путевого развития. Световые ячейки начала маршрута горят зеленым мигающим светом, ячейки промежуточных светофоров и конца маршрута горят ровным зеленым светом. Лампы в ячейках гаснут после замыкания маршрута.[18]

Одновременно (при одном комплекте маршрутного набора) можно устанавливать один маршрут. Установка следующего маршрута возможна лишь при освобождении группового комплекта маршрутного набора, что сопровождается выключением ламп в стрелах направления на табло.

При неправильных манипуляциях с маршрутными кнопками приведение группового комплекта набора в исходное состояние (выключение реле категории маршрута, репе направления и вспомогательных реле), а также отмена незаконченных действий на пульте выполняется нажатием на пульте групповых кнопок «Отмена» (ОГ) или «Нормализация» (Н).

Для отмены установленного маршрута одновременно нажимаются две кнопки: кнопка «Отмена» и начальная кнопка отменяемого маршрута. Кнопки должны удерживаться в нажатом состоянии до перекрытия светофора на запрещающее показание. Отменить установленный маршрут с помощью кнопки «Нормализация» невозможно.

Отмену накопленных маршрутов можно выполнить нажатием одной кнопки «Нормализация» или одновременным нажатием кнопки «Отмена» и начальной кнопки маршрута.

Если установлен маршрут, светофор которого открывается с выдержкой времени (при наличии, например, переезда или пешеходной дорожки), то приводить групповой комплект маршрутного набора в исходное состояние

нажатием кнопки «Нормализация» нельзя, так как при нажатии кнопки Н выключается реле НГ, которое снимает питание с шины МГН, в результате чего выключится противоповторное реле, и светофор не откроется. Для открытия светофора в этом случае необходимо еще раз установить категорию маршрута и нажать начальную кнопку. При необходимости сброса группового комплекта в указанной ситуации нужно пользоваться кнопкой «Отмена» с одновременным нажатием кнопки начала маршрута.

Для размыкания маршрута в случае невозможности его отмены из-за неисправности начальной кнопки на пульте управления предусмотрена групповая кнопка конца маршрута (ГКМ). Резервное перекрытие светофора и подготовка к искусственному размыканию секций маршрута достигается одновременным нажатием двух кнопок: групповой кнопки ГКМ и кнопки конца маршрута. При этом выключается реле МГК, которое фронтовым контактом отключает питание в шине МГК, что приводит к выключению контрольно-секционных реле. После этого выполняется искусственное размыкание секций маршрута обычным порядком.

Для индивидуального перевода стрелок на каждую стрелку или съезд на пульте управления устанавливаются индивидуальные кнопки вызова стрелок «№СВ» и две групповые кнопки «+» и «–». При необходимости перевода стрелки дежурный по станции (ДСП) нажимает кнопку «№ СВ» и кнопку управления переводом «+» или «–».

Для отключения стрелки от управления необходимо нажать кнопку «№СВ» и групповую кнопку ОТК, в результате чего выключается реле N2 ОСВ, которое фронтовыми контактами отключает управляющую цепь стрелочного электропривода. В таком положении любое воздействие на схему управления СЭП исключается. Чтобы подключить отключенную стрелку к управлению необходимо нажать кнопку «№СВ» и групповую кнопку ВКЛ.

Шильдики индивидуального контроля положения стрелок могут располагаться на горизонтальной или вертикальной панелях пульт-табло. Нормально контрольные лампы не горят, они включаются при нажатии кнопки вызова

стрелки «№СВ». При отключении стрелки от управления контрольная лампа горит мигающим светом.

Для вспомогательного перевода стрелок при ложной занятости стрелочной секции используется групповая кнопка ГВК.

Монтаж постовых устройств выполняется с использованием релейных стативов типа СР-ЭЦИ, кроссовых стативов СК-ЭЦИ, кабельростов и кабельных соединителей со штепсельными разъемами системы ЭЦИ.

На основе схематического плана станции составляется двухниточный план станции, который является основным документом по оборудованию станции рельсовыми цепями и размещению путевого оборудования элек-трической централизации.

Двухниточный план станции Ваенга представлен в Приложении А.

На двухниточном плане станции показываются:

– стрелки и пути в двухлинейном изображении с указанием электрифицированных путей;

– стрелочные электроприводы;

– светофоры с расцветкой сигнальных огней;

– пассажирские здания и релейные будки;

– релейные шкафы с указанием их типа и батарейные шкафы с указанием количества устанавливаемых в них аккумуляторов;

– изолирующие стыки, стрелочные и электротяговые соединители;

– путевые дроссель-трансформаторы (ДТ);

– трансформаторные ящики с размещением аппаратуры РЦ;

– кабельные стойки РЦ;

– разветвительные муфты;

– основная трасса кабельной сети;

– высоковольтные линии автоблокировки;

– обозначение и длина приемоотправочных путей, стрелочных и бес-стрелочных секций;

– неохраняемый переезд, расположенный на перегоне;

– расстояние от поста ЭЦ до объектов управления (таблица ординат).

При составлении двухниточного плана станции необходимо соблюдать точность переноса изолирующих стыков со схематического плана станции для обеспечения правильного чередования мгновенных полярностей сигнального тока.

Схематический план станции показан в Приложении Б.

После проверки количества стыков во всех контурах на однониточном плане станции и нанесения их на двухниточный план станции производится разметка мгновенной полярности на нитях рельсовых цепей.

Разметку мгновенных полярностей следует наносить с первой бес-стрелочной секции за входным светофором, учитывая при этом, что для обеспечения правильности чередования в междупутьях этих секций должны встречаться одноименные полюса питания. Этим условием уменьшается взаимное влияние одной рельсовой цепи на другую. На двухниточном плане станции плюсовая полярность показывается утолщенной линией, а минусовая тонкой.

Для пропуска обратного тягового тока в обход ИС двухниточных рельсовых цепей применяются путевые дроссель-трансформаторы. Двухниточные рельсовые цепи применяются на главных и боковых приемоотправочных путях, стрелочных и бесстрелочных секциях.

При электротяге постоянного тока, как в нашем случае, на питающих концах рельсовых цепей применяем дроссель-трансформаторы типа ДТ-0,6-500, на релейных концах рельсовых цепей ДТ-0,2-500 с различными коэффициентами трансформации, что позволяет не устанавливать путевые и изолирующие трансформаторы. Дроссель-трансформаторы устанавливаются на всех изолирующих стыках электрифицированных путей станции.

Для пропуска обратного тягового тока по рельсам стрелочного перевода применяются стрелочные соединители. При электротяге постоянного тока они медные, сечением 70 мм^2. Канализация тягового тока должна обеспечивать пропуск обратного тягового тока по рельсовым цепям при частоте питания

сигнального тока 50 Гц не менее чем по шести двухниточным рельсовым цепям, входящим в один тяговый контур.

Все путевые элементы ЭЦ – стрелочные электроприводы, светофоры и приборы рельсовых цепей – соединяются с управляющей контролируемой аппаратурой кабелем. Кабельные линии применяют также и для соединения между собой постовой аппаратуры.

Для прокладки в грунте применяют кабели следующих марок:

– СПБП – в полиэтиленовую оболочку с броней из двух стальных лент с наружным джутовым покровом;

– СБПУ – с утолщенной полиэтиленовой оболочкой.

Для прокладки в помещениях применяют небронированный кабель в пластмассовой оболочке без внешнего покрова марки СБВГ.

В системе ЭЦ с центральным питанием вся релейная аппаратура располагается на посту, в связи с чем, кабельные линии прокладывают непосредственно на пост, предварительно группируя их в горловинах станции при помощи разветвительных муфт (РМ). У каждого путевого объекта устанавливается конечная УКМ или промежуточная УПМ муфта (у приводов и светофоров).

Кабельную сеть строят на основе схематического плана станции и двухпутного плана ее изоляции, на который наносится трасса прокладки кабеля с учетом расставленного напольного оборудования ЭЦ и его место-положения (ординат) относительно поста ЭЦ.

Кабельная сеть светофоров объединяет в себе жилы для управления огнями светофоров, релейных шкафов входных светофоров и шкафов переездной сигнализации.

2.3 Разработка кабельного плана станции «Ваенга» с учетом использования подземных кабельных муфт

Все напольные объекты ЭЦ: стрелочные электроприводы, светофоры, рельсовые цепи и т. д. соединяются с управляющей и контролирующей

аппаратурой кабельной сетью. Кабели применяются также и для соединения между собой внутрипостовой аппаратуры: релейных стативов, аппарата управления, питающих установок и т. д.

Проектирование кабельных сетей подразумевает составление трассы кабеля, расстановку разветвительных и конечных муфт, расчет длин и числа жил кабеля для управления напольными объектами.

Кабельные линии проектируются на основе схематического и двухниточного планов станции, на которых указаны ординаты всех напольных объектов.

Экономически нецелесообразно прокладывать отдельные кабели от поста централизации до каждого напольного объекта. Поэтому от поста до горловины станции прокладывают групповые кабели, в которых собираются провода от различных объектов.

Кабельная сеть станции показана в Приложении В.

Вся кабельная сеть централизации разбивается на четыре основные группы: стрелочных электроприводов, светофоров, релейных и питающих трансформаторов рельсовых цепей. Провода от этих объектов группируются в разных кабелях; объединение в одном кабеле проводов различных групп допускается в тех случаях, когда достигается большой экономический эффект. Объединение в одном кабеле проводов от релейных трансформаторов с другими цепями не допускается.

Групповые кабели, как правило, прокладывают по обочине крайнего пути или в наиболее широком и длинном междупутье, свободном от линий электроснабжения, воздухопроводов для пневматической очистки стрелок, водоотводов и других устройств с учетом возможности применения машин и механизмов при кабельных работах. Обычно кабели прокладываются в вырытых в грунте траншеях. При этом глубина траншей, расположенных параллельно путям или в междупутье, должна составлять не менее 0,8 м, а расстояние от ближайшего рельса не менее 1,6 м. При высоком уровне подземных вод (выше 0,8 м от поверхности земли) кабели на участке от поста ЭЦ до групповых муфт

прокладываются в железобетонных желобах. Под железнодорожными путями, шоссейными и грунтовыми дорогами кабели прокладываются в асбоцементных трубах. Глубина траншеи в этом случае составляет 1,05 м.

На участках с электротягой трасса кабельной линии прокладывается по возможности на наибольшем расстоянии от электрифицированных путей с минимальным числом их пересечений. При монтаже кабелей для исключения попадания обратного тягового тока в броню и оболочку кабеля последние изолируются от конструкций, заземленных на рельсы (светофорных мачт, релейных шкафов и т. д.), в соответствии с правилами защиты обслуживающего персонала от поражений электрическим током.

При электротяге постоянного тока для защиты металлической оболочки и брони кабеля от коррозии блуждающими токами кабели под электрифицированными путями прокладывают только в изолирующей канализации из асбоцементных труб.

При электротяге переменного тока, во избежание появления в кабельных жилах напряжений выше допустимых, вследствие влияний контактной сети, длину магистральных кабелей ограничивают. Магистрали противоположных горловин станции, имеющие гальваническую связь через источники питания на посту ЭЦ, необходимо считать за одну магистраль суммарной длины. Чтобы устранить эту связь, устанавливают изолирующие трансформаторы.

Организация строительно-монтажного производства по устройству напольного оборудования ЖАТ, включая элементы свето-звуковой сигнализации, шкафные элементы различного назначения, оборудование переездов и пешеходных переходов, элементы крепления и арматуры кабельных коммуникаций, элементы сигнализации на специальных железнодорожных сооружениях, элементы путевых соединений, путевое трансформаторное оборудование (дроссель-трансформаторы, путевые ящики, прочее), кабельные муфты, стрелочную гарнитуру, электроприводы, устройств закрепления и сброса подвижного состава, устройств контроля следования (схода) подвижного состава,

контрольно-габаритных устройств, устройств поточного технического контроля подвижного состава, устройств счета осей, прочее;

Пример исполнительных схем, выполненных в АРМ-ВТД, представлены на рисунках ниже: при этом вначале формируется исходная схема двухниточного плана (рисунок 13), на которую вносятся нормализированные библиотечные элементы, оснащённые функционально автоматикой (рисунок 14).

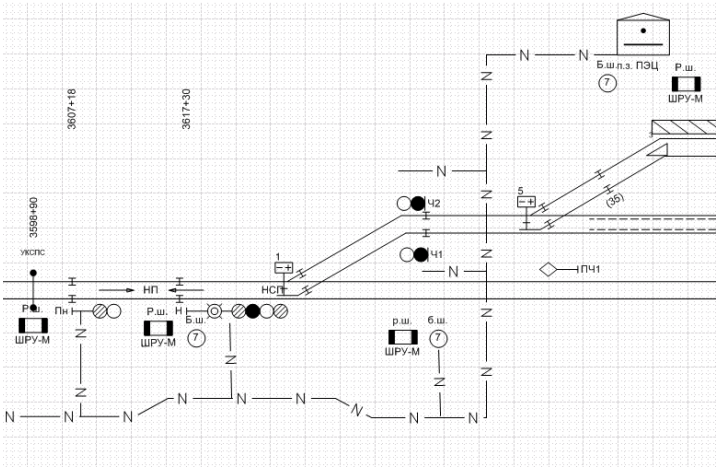


Рисунок 13 – Схема двухниточного плана

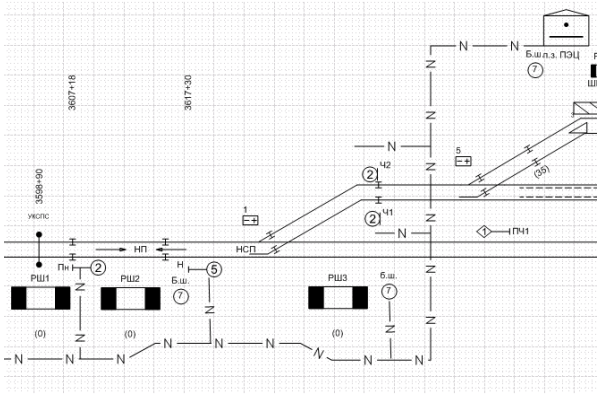


Рисунок 14 - Установка библиотечных элементов

Используя автоматизированные элементы, производится проектная установка напольного оборудования и соответствующих коммуникаций.

Далее производится вдоль трассовая расстановка муфт (что может быть использовано при установке муфт с активным радио-модулем).

После расстановки всех необходимых технологических элементов кабельного плана производится окончательная трассировка коммутирующих кабельных линий, образующих систему централизации и СЖАТ (рисунок 15).

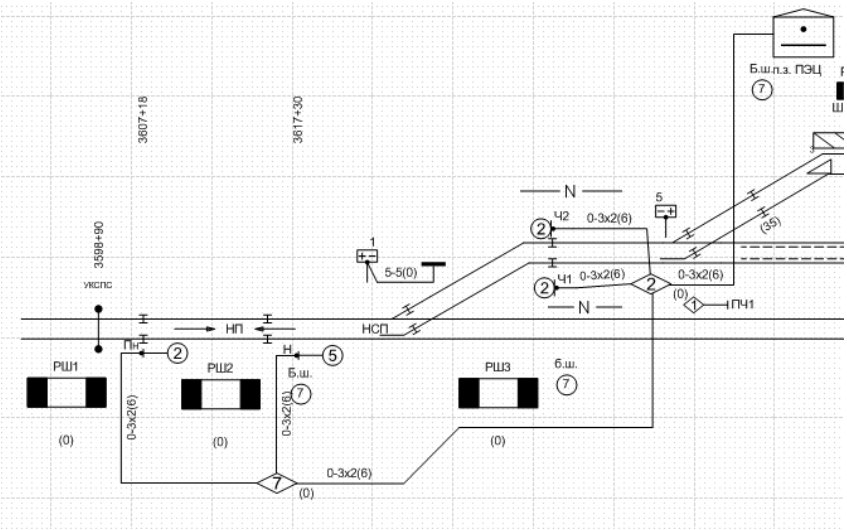


Рисунок 15 – Соединение объектов ДП

3 Обоснование применения технологий спутниковой навигации для эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики на примере станции Ваенга

3.1 Особенности текущей технологии хранения и обработки информации о кабельных сетях и расположении муфт

В настоящее время в системах железнодорожной автоматики и телемеханики в помощь электромеханику имеется ряд технической документации.

К технической документации относятся :

– схематические планы станций и перегонов;

– двухниточные планы станций и перегонов ;

– кабельные сети;

– таблицы взаимозависимостей стрелок;

– таблицы импульсов;

– принципиальные схемы станций и перегонов;

– монтажные схемы станций и перегонов.

На все процессы технической эксплуатации систем ЖАТ, такие как, обеспечение надежности и безопасности их функционирования, оказывают значительное влияние порядок и содержание технической документации.

Организация четкой, бесперебойной работы устройств автоматики телемеханики, обслуживаемых дистанцией, во многом зависит от наличия и правильного ведения необходимой технической и учетной документации.

Проектная документация о кабельных сетях, а также ее копирование должны выполняться с помощью микропроцессорной техники с использованием графических редакторов, ксерокопирования, сканирования, или светокопирования, обеспечивающих ее идентичность на бумажных носителях.

Всю информацию о кабельных сетях дистанция сигнализации и связи, а так же служба СЦБ получают в виде копий, оригинал которых хранится в проектной организации.

Информация о кабельных сетях в бумажном виде должна находиться:

– один экземпляр – на участке старшего электромеханика;

– второй экземпляр – в бригаде технической документации.

На линейных участках ответственным за содержание технической документации о кабельных сетях на станциях, является старший электромеханик (ШНС) при сменном или электромеханик (ШН) при индивидуальном обслуживании (рисунок 16).



Рисунок 16 – Функциональные обязанности и задачи старшего электромеханика по ведению технической документации на станции

Хранение информации в электронном виде осуществляется в базе данных электронной системы ведения технической документации.

Почти вся обработка кабельных планов в настоящее время происходит автоматизированным способом в отраслевом формате технической документации (ОФ-ТД) и имеет идентичную копию проекта на бумажном носителе.

К самой работе с базой данных технической документации допускаются лица прошедшие специальное обучение на АРМ-ВТД.

Сама система, обеспечивающая автоматизацию по сопровождению кабельных планов, проектированию документации, организации электронного документооборота и контролю качества, называется Интегрированной системой проектирования ведения и проверки технической документации (ИС-ПВДТ).

Основной составляющей для проектирования кабельных сетей в ИС-ПВТД является АРМ-ПТД, которая обеспечивает все функции по проектированию и имеет в своей основе новые решения для высокого уровня автоматизации. Так же АРМ-ПТД обеспечивает функции реконструкции и модернизации устройств ЖАТ.

В настоящее время с помощью АРМ-ПТД существует возможность реализовывать такие части проектов как:

– схематические планы;

– кабельные сети станции;

– монтажные схемы;

– принципиальные схемы;

– планы размещения технологического оборудования и др.

В системе ИСПВТД реализуются, ресурсосберегающие технологии хранения и обработки кабельных сетей и другой технической документации в электронном виде (рисунок 17).

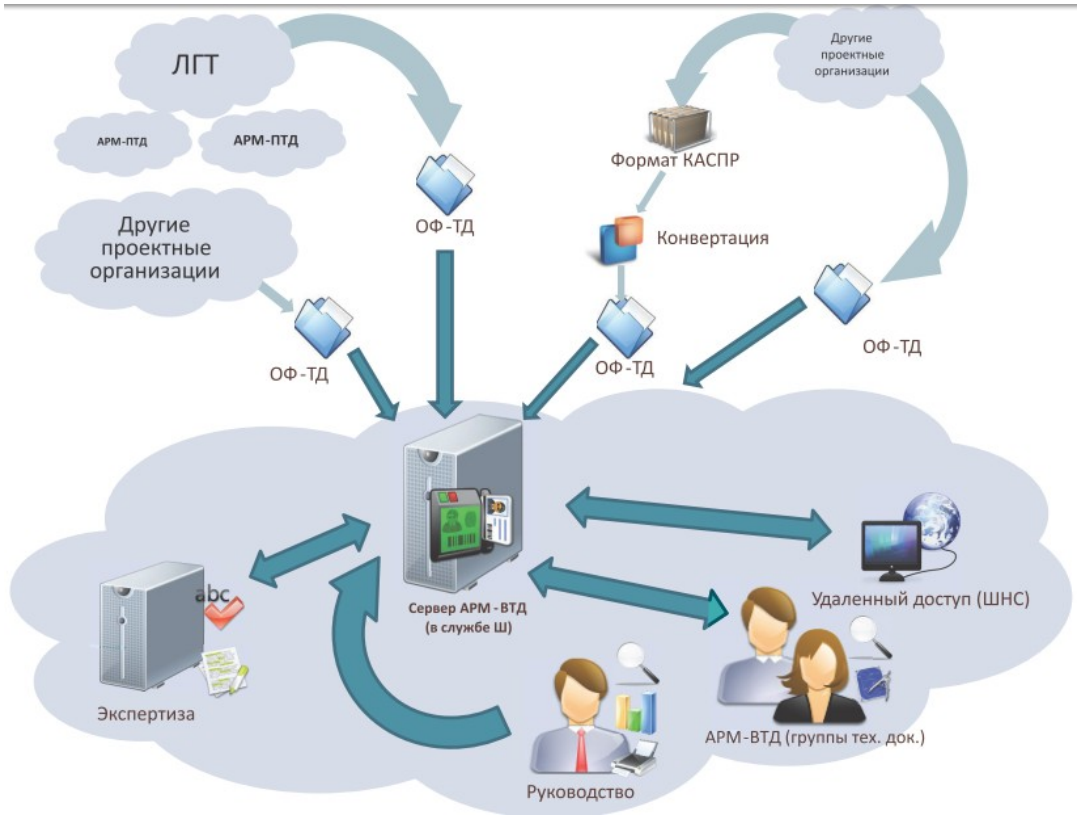


Рисунок 17 – Структура работы ИСПВТД

ИСПВТД – это совокупность различных АРМов включающих АРМ-ПТД, АРМ-ВТД, АРМ-ТЕСТ, АРМ ШНС КГ и других.

Таким образом автоматизирование работы по кабельным сетям ведет к уменьшению трудозатрат на работу, хранение и обработку информации. Важную роль в хранении информации о кабельных сетях ЖАТ играют такие качества как:

– удобочитаемость;

– возможность быстрого снятия копий;

– наличие или отсутствие умышленных или случайных ошибок.

Входящий в систему ИСПВТД комплекс «Автоматизированное рабочее место старшего электромеханика кабельной группы» (АРМ ШНС КГ) создавался для оперативной работы с документацией, технологического процесса обслуживания кабельных сетей.[19]

В системе ведутся электронные журналы относящиеся к кабельным сетям, в которые разово вносятся планы выполненных работ и данные для анализов и отчетов. Так же ведется учет по ремонту кабеля и затраченных материалов на ремонт.

Старший электромеханик ведет журнал выполненных работ, в котором указывает объекты ремонта, ответственных лиц и характер выполняемых работ. Вся информация по работам с КС ЖАТ попадает автоматически в паспорт кабеля.

В системе АРМов существует необходимость ведения схем кабельных муфт для целостности работы с цифровой документацией, и оперативной работы. Схемы кабельных муфт отражают подключение жил кабеля. Для работы с кабельными муфтами необходим классификатор муфт.

Монтажные схемы муфт могут формироваться в виде отдельных листов, а также как составные листы общего документа «Кабельная сеть».

В первом случае, сначала открывается новый лист, затем выбирается из библиотеки соответствующая муфта и вручную производится монтаж жил.

Во втором случае необходимо открыть документ с существующей кабельной сетью, для которой Вы хотите создать монтажные схемы муфт и внести изменения.

Удобство работы в модуле АРМ-ВТД — быстрый доступ от схемы кабельного плана к схеме кабельной муфты. Доступ к схемам кабельных муфт для редактирования есть у старшего электромеханика.

Пример редактирования кабельной муфты показан на рисунке 18.

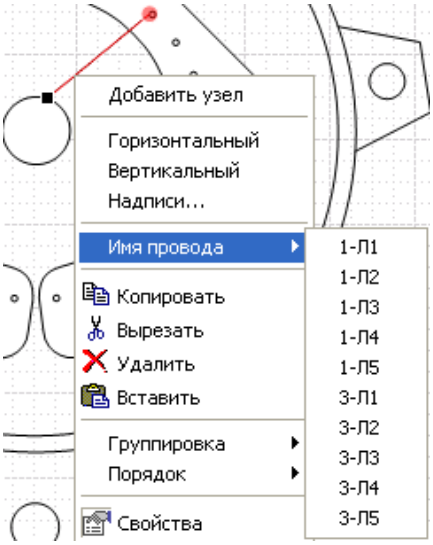


Рисунок 18 – Редактирование схемы кабельной муфты

Для обработки отчетов кабельной группы на АРМ доступна функция, которая запускает специальный модуль для просмотра отчетов по текущему документу, при наличии его на экране, она обновляет текущий отчет. После выбора данного пункта выводится форма показанная на рисунке 19.

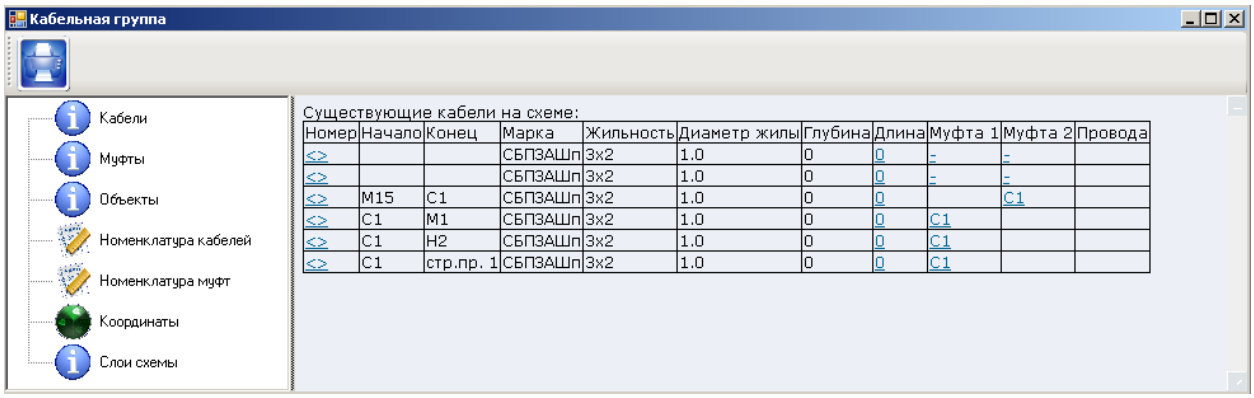


Рисунок 19 – Форма отчета для кабельной группы

Форма содержит следующие встроенные отчеты:

– кабели. Содержит в табличном виде описание всех кабелей на чертеже;

– муфты. Содержит в табличном виде описание всех муфт на чертеже и их расположение;

– объекты. Содержит в табличном виде описание всех объектов кабельной сети и их жил;

– номенклатура кабелей. Содержит в табличном виде номенклатуру используемых кабелей и их общую длину данной кабельной сети;

– номенклатура муфт. Содержит в табличном виде номенклатуру используемых муфт в данной кабельной сети;

– координаты. Содержит в табличном виде описание географических координат объектов;

– слои схемы. Содержит в табличном виде перечень слоев со ссылками на используемые типы объектов. При нажатии на любую из ссылок программой выделяется запрашиваемый слой, и подсвечиваются те объекты, тип которых Вы указали.

Все отчеты являются интерактивными, то есть пользователь, выбрав мышкой марку кабеля в отчете «Номенклатура кабелей» увидит на чертеже, где данные кабели используются.

В системе АРМов применяется отечественный редактор графики (АвтоГраф) – средство редактирования чертежей, имеющим свойства организации внешнего управления их содержимого и интерфейсом пользователя.

Редактор так же содержит стандартные средства других графических редакторов:

– стандартные средства представления графики;

– работа с векторными чертежами;

– предварительный просмотр и печать чертежей и другие.

Работа проектировщиков кабельных сетей в настоящее время неизбежна без автоматизации и дальнейшего развития АРМов.

И так, мы рассмотрели особенности текущей технологии хранения и обработки информации о кабельных сетях, и доказали, что в настоящее время ведение документации должно осуществляться современными техническими

средствами для более быстрой и правильной работы инженеров групп технической документации дистанции.

3.2 Использование глобальных навигационных спутниковых систем для обслуживания кабельных сетей с подземным расположением муфт на примере станции Ваенга

В соответствии с обзорно-аналитической информацией, указанной в п. 1.3 настоящей ВКР, установлена возможность использования глобальных навигационных спутниковых систем для обслуживания кабельных сетей с подземным расположением муфт на примере станции «Ваенга».

С целью определения технической модели использования глобальных навигационных спутниковых систем для обслуживания кабельных сетей с подземным расположением муфт выполним краткий соответствующий патентный обзор. Для поиска актуальных патентных разработок в области спутникового позиционирования кабельных линий используем официальный сайт ФИСП [60] и официальный сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности [61]. Соответствующие патентные исследования представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Патентные исследования по направлению использования глобальных навигационных спутниковых систем для обслуживания кабельных сетей

№ п/п	Дата публикации	Авторы	Формула изобретения
1	2	3	4
1	10.05.2010 Бюл.№ 13	Е.Н.Розенбенрг, В.И. Зорин, Е.Е. Шухина.	Система интервального регулирования движения поездов на основе спутниковых навигационных средств цифрового радиоканала с координатным методом контроля относится к железнодорожному транспорту, а именно к области ЖАТ.

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
2	20.06.2010 Бюл. № 17	М. Паолаччи	Изобретение относится к контролю и мониторингу движения железнодорожного транспорта. Устройство содержит централизованные электронные и компьютеризированные модули, средство приема/передачи, средство визуализации, средство управления вагона, микрокомпьютерный модуль, спутниковое средство передачи и приема GPS, дополнительное средство передачи и приема, средство сопряжения. Способ заключается в распределении централизованных электронных и компьютеризированных модулей, передаче на централизованные модули идентификационных данных, осуществлении процедур для обработки данных, отображении на средстве визуализации географического положения средства транспорта на участке мониторинга, обнаружении ситуаций аномального движения, посылании на устройства, установленные в вагонах, сигналов активации процедур сигнализации и средства сигнализации, посылании на устройства сигналов, которые запускают средство торможения вагонов. Технический результат заключается в повышении уровня безопасности средства общественного транспорта.
3	16.09.2019 Бюл. № 26	Д.В. Зуев, Д.В. Седых, С.В. Бочкарев.	Изобретение относится к средствам диагностики состояния железнодорожной АИТ. В способе используют по меньшей мере два АРМа-автоматизированное рабочее место механика и автоматизированное рабочее место электромеханика, компьютеры которых подсоединены к контроллерам устройств ЖАТ, совместно эти компьютеры представляют собой линейный пункт диагностирования..

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
4	19.03.2018 Бюл. № 8	Р.М. Шарипов	Изобретение относится к области железнодорожной автоматики и телемеханики для оповещения работающих на железнодорожных путях. Система включает управляющий контроллер, соединенный со стационарной радиостанцией оповещения и предназначенный для соединения со станционной системой, индивидуальные носимые оповещатели. Причем система снабжена коллективными переносимыми оповещателями, каждый из которых включает контроллер и соединенные с ним приемопередатчик для радиосвязи со стационарной радиостанцией оповещения, навигационный приемник для приема сигналов системы ГЛОНАСС/GPS и передатчик для передачи радиосигналов на индивидуальные носимые оповещатели. Достигается возможность обеспечения оповещения работающих на железнодорожных путях о приближении подвижного состава, не оборудованного комплексным локомотивным устройством безопасности.
5	20.05.2016 Бюл. № 14	А. Сайтто, П. Беллофьоре, А. Болле	Спутниковый терминал выполнен с возможностью установки на борту поезда, сохранения данных географической привязки железнодорожного маршрута поезда, приема навигационных сигналов со спутников , принадлежащих одной или более спутниковым навигационным системам, выделения из принятых навигационных сигналов данных местоположения, соответствующих спутникам , которые передали упомянутые навигационные сигналы, определения, на основе сохраненных данных географической привязки и принятых навигационных сигналов, положения поезда вдоль железнодорожного маршрута и уровня достоверности,

Таким образом, на основании выполненного патентного исследования установлены широкие возможности в использовании глобальных спутниковых систем при организации технолого-эксплуатационного поточного диагностирования, локализации и оперативного устранения отказов кабельных линий и муфт ЖАТ.

Медианной моделью всех используемых патентных разработок является организация функционирования стационарного (либо мобильного для случаев установки на подвижной состав) активного модуля, который посредство взаимодействия с глобальной спутниковой системой позволит получать оперативную технологическую информацию о точном местоположении обследуемого технологического объекта, его поточном техническом состоянии (включая данные об авариях и отказах) с возможностью частичной либо полной организацией удалённого управления.

В настоящее время в мире для спутникового позиционирования и навигации используются такие основные глобальные спутниковые системы как ГЛОНАСС и GPS, сравнительная характеристика которых представлена в таблице 8, а характеристика несущих сигналов в таблице 9.

Таблица 8 – Сравнительная характеристика основных технологий спутникового позиционирования и навигации

Параметры	ГЛОНАСС	GPS
1	2	3
Проектное число спутников	24	24
Число орбитальных плоскостей	3	6
Высота орбит относительно центра масс, км	25500	26600
Способ разделения сигна-	частотный	кодовый

лов		

Продолжение таблицы 8

1	2	3
Несущая частота L-1 мгц L-2 мгц	1602,6 - 1615,5 1246,4 - 1256,5	1575,4 1227,6
Система пространственных координат	ПЗ-90	WGS-84 (МГС-84)
Тип эфемерид	Геоцентрические координаты и их производные	Модифицированные кеплеровы элементы

Таблица 9 – Сравнительная характеристика используемых несущих сигналов основными технологиями спутникового позиционирования и навигации

Параметр	ГЛОНАСС	GPS
Поляризация радиоволн	круговая	круговая
Несущие частоты L1	1598,06 - 1605,38 МГц	1575,42 МГц
Несущие частоты L2	1242,94 – 1248,62 МГц	1227,6 МГц
Несущие частоты L5		1176,45 МГц
Разделы сигналов	частотное	Кодовое
Объем посылки данных	7500 бит	37500 бит
Длительность посылки	2,5 мин	12,5 мин
Скорость передачи	50 зн/с	50 зн/с
Повтор меток времени	2 с	6 с

Ввиду достаточно высоких требований, предъявляемых с системам железнодорожного использования ГЛОНАСС/GPS разрабатываются высокоточные системы трассировки и локализации, в частности используются спутниково-инерциальные навигационные системы (ГНСС+ИНС).[20]

Руководством ОАО «РЖД», допускается использование каждой из указанных систем глобальной спутниковой связи, при этом к ним предъявляются требования по точности позиционирования, которые отражены на рисунке 20.

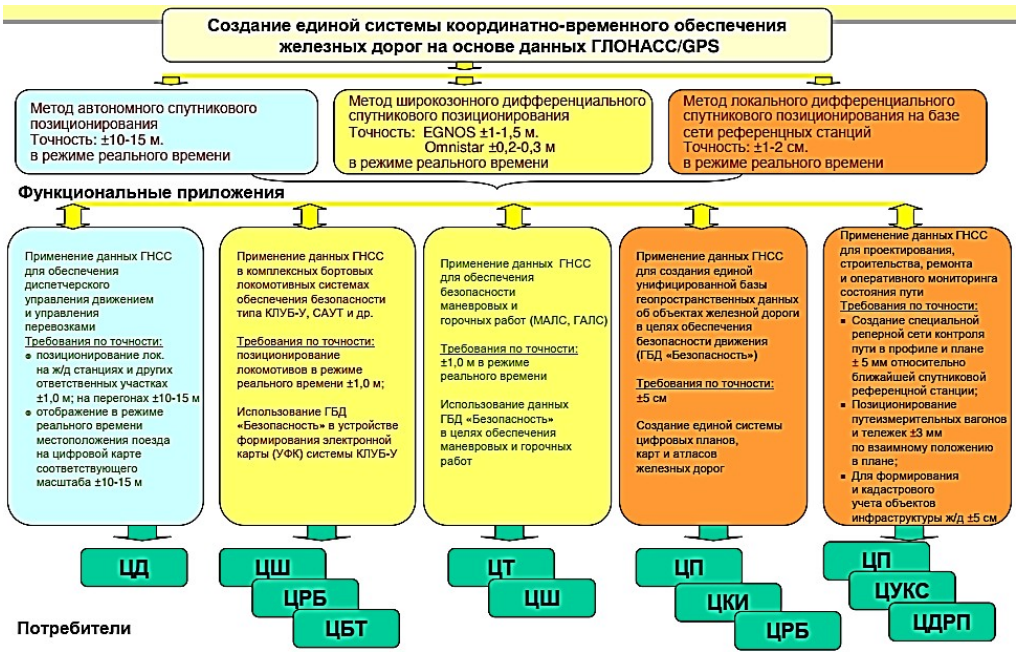


Рисунок 20 – Требования ОАО «РЖД» [4] к точности позиционирования объектов ЖД при организации использования ситем глобальной спутниковой связи ГЛОНАСС/GPS

Применительно к спутниковому позиционированию и трассировке кабельных линий ЖАТ целесообразно использовать активные радиопередатчики, способные к взаимодействию со спутниковой системой ГЛОНАСС/GPS (рисунок 21).

При этом, использование технологии глобальной спутниковой связи позволяет не только локализировать и трассировать кабельные линии ЖАТ и соответствующие технологические элементы железной дороги, но и осуществлять поточный менеджмент выполнения работ по устранению отказов и аварий на линии, а также выполнения прочих ремонтных работ, позволяя

организовывать адаптивный поточный операционный контроль всех этапов выполнения работ с возможностью принятия оперативный (в зависимости от локальных условий) решений по организации аварийных, ремонтно-аварийных, ремонтно-восстановительных и прочих ремонтных работ на путях (рисунки 22).

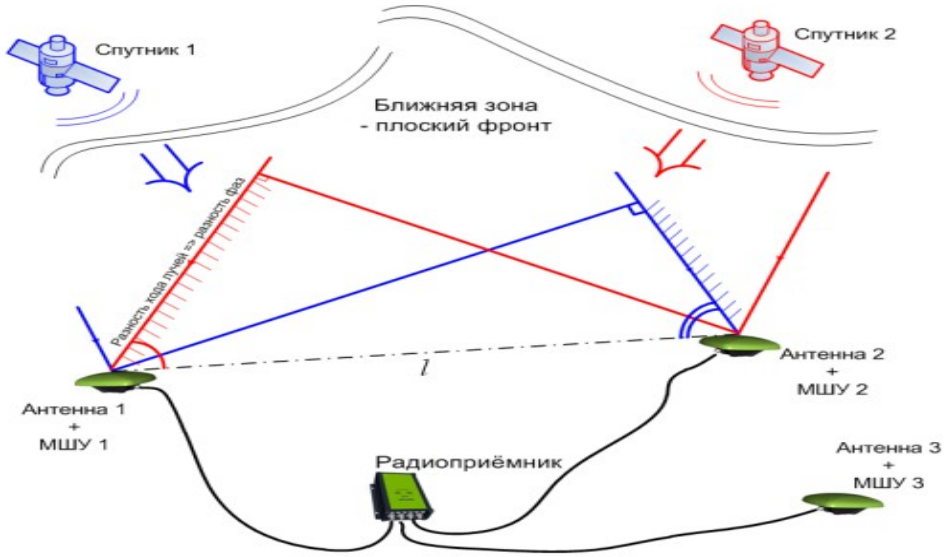


Рисунок 21 – Визуализация организации системы спутникового позиционирования кабельных линий ЖАТ с использованием активных радиоприёмнков

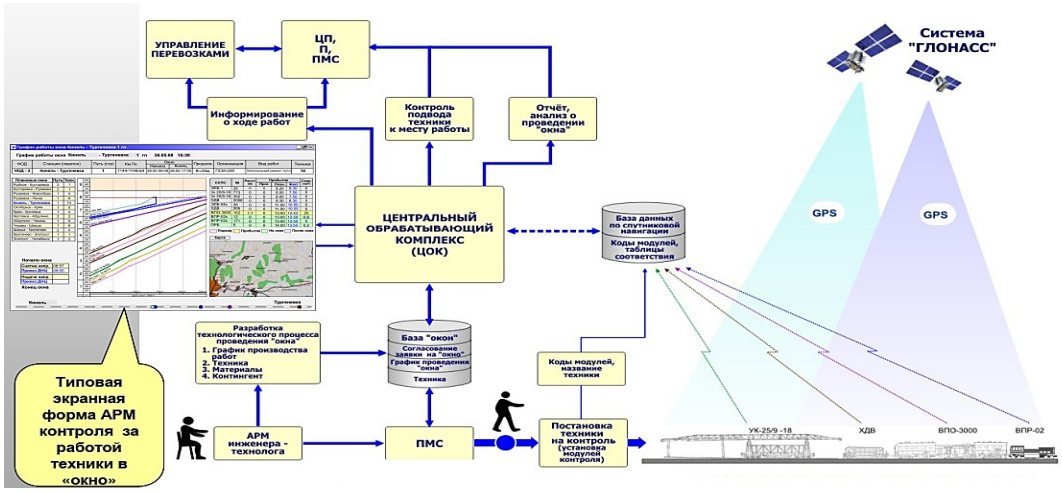


Рисунок 22 – Система организации ремонтного производства на путях с использованием спутниковых систем позиционирования и навигации

На основании изученных данных существующих в настоящее время разработок по привлечению глобальных систем ГЛОНАСС/GPS в сферу железнодорожного транспорта, установлено, что основное направление изысканий – контроль следования подвижного состава.

Вопрос спутникового контроля прочих технологических элементов системы организации следования подвижного железнодорожного состава разработан недостаточно и практически не представлен. Однако существует необходимость точного определения таких технологических элементов как кабельные линии ЖАТ.

Как описано в п. 1.3 настоящей ВКР существует возможность технического использования на станции Ваенга подземных кабельных муфт, оснащённых активными радиоэлементами, способных к нормальному взаимодействию с глобальными системами ГЛОНАСС/GPS.[12]

Представленная в п. 1.3 ВКР технология позволяет производить обслуживание и ремонт кабельных сетей ЖАТ на станции Ваенга, используя модуль спутниковой навигации 1 и предварительно установленного (через линию коммутации 8 к кабельной лини 9) активного радиомаяка 7 (который транслирует сигнал 6 на поверхность 5) и маркероискателя 3 с высокой точностью определять местоположение 4 кабельной муфты с возможностью ведения оперативного анализа, архива и взаимодействия с глобальной системой документооборота ЖАТ.

4 Оценка экономической целесообразности внедрения технологии эксплуатации кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики на базе современных спутниковых систем слежения и автоматизации

4.1 Обоснование для внедрения спутниковых систем и назначение системы АРМ-ВТД

Важнейшими задачами экономической стратегии управления железными дорогами являются модернизация технических транспортных средств, создание и ввод в эксплуатацию наиболее совершенных моделей машин, повышающих производительность труда и, прежде всего, безопасность движения поездов. Решение этих проблем способствует внедрению новых эффективных технологий и приемов, а также отточенных методов организации труда и производства железнодорожников.[7]

Существующие технологии проектирования КС в электронном формате сегодня обеспечивают только ручное построение. Все это приводит к необходимости создания программных средств, которые значительно повышают уровень автоматизации, а так же внедрения электронных карт станций и кабельных планов с точными географическими координатами устройств.

Таким образом любая спутниковая навигационная система, обладающая достаточной точностью для нужд железной дороги, может использоваться для определения точных географических координат местоположения объектов ЖАТ или набора таких систем. Положительный эффект от внедрения в организационно-технологическую систему железнодорожного комплекса средств спутниковой навигации и позиционирования оценивается руководством ОАО «РЖД», как многофакторный высокотехнологический оптимизированный алгоритм организации следования подвижного состава, который оказывает не только логистические и планово-экономические показатели функционирования железной дороги, но и значительно повышает безопасность эксплуатации и обслуживания последней.

При этом каждый из факторов разработанной специалистами ОАО «РЖД» оказывает как прямой, так и косвенный экономический эффект на железнодорожный комплекс Российской Федерации в целом (рисунок 23).

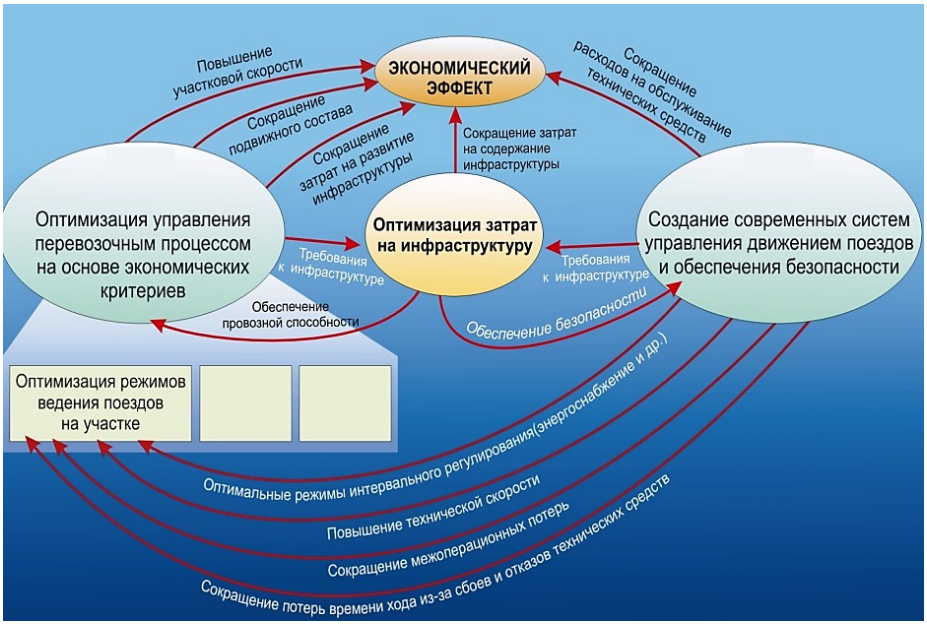


Рисунок 23 – Концепция технико-экономической оценки внедрения средств спутниковой навигации в организацию нормального функционирования железнодорожного комплеса, разработанная специалистами ОАО «РЖД»

Само назначение АРМ-ВТД состоит в повышении эффективности процессов ведения и использования технической документации на дорожном и дистанционном уровнях управления хозяйством сигнализации, централизации и блокировки за счет использования компьютерных технологий ее получения, хранения и переработки.

Основными пользователями АРМ являются: инженеры групп ТД дистанций, службы и дорожных лабораторий; руководители ШЧ; руководители служб сигнализации, централизации и блокировки (службы Ш), руководители служб, принимающих участие в согласовании ТД.

Основными целями создания АРМ-ВТД являются:

– повышение качества ведения ТД;

– обеспечение взаимодействия с проектными организациями и службой сигнализации и связи на уровне безбумажной технологии;

– ускорение процессов поиска, обработки и выдачи копий ТД;

– улучшение условий и повышение производительности труда группы технической документации дистанции (ГТД);

– повышение показателей качества функционирования и эксплуатации систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи; сокращение затрат на содержание ГТД и операций с технической документацией;

– переход на электронный документооборот в обработке ТД на устройства СЦБ с использованием отраслевого формата (ОФ-ТД).

Критериями достижения этих целей являются: сокращение времени поиска необходимой информации; сокращение времени получения копий документации; сокращение затрат времени и повышение качества работ (документация имеет типографское качество); сокращение затрат времени и повышение качества контроля изменений, вносимых в документацию; сокращение числа отказов устройств; экономия эксплуатационных расходов дистанции; снижение доли бумажных документов.

Таким образом, экономическая целесообразность внедрения АРМ ВТД будет выражаться в первую очередь в снижении расходов и экономии за счет изменения трудоемкости работ.

4.2 Снижение трудоемкости за счет внедрения АРМ-ВТД

Внедрение АРМ-ВТД позволит главным образом изменить трудоемкость работы и получить экономический эффект.

Снижение трудоемкости производственных операций работника технического отдела (на основании статистических данных по временным затратам на обработку документов) представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Снижение трудоемкости операций при внедрении системы АРМ ВТД

№ п/п	Наименование операции	Трудоемкость до внедрения АРМ-ВТД, ч	Трудоемкость после внедрения АРМ-ВТД, ч
1	Поиск информации	2,5	0,5
2	Получение копии документации	0,75	0,17
3	Внесение изменений в документацию	5,6	3,1
4	Выдача документации	0,41	0,25
	Итого	9,26	4,02

Трудоемкость после внедрение системы АРМ-ВТД снижена:

$1-\frac{9,26}{4,02}=0,57$ на 57%;

Рассчитаем экономию рабочего времени на обработку документов в год, часы:

$$T_р = 164,17 \cdot 12 \cdot 0,57 = \text{SEQ Формула ¿ ARABIC } 1\,1122,9 \text{ часа} \quad (4.1)$$

где $164,17 \cdot 12$ – принятое количество рабочих часов в году.

$T_р$ – экономия рабочего времени на обработку документов в год, $T_р$ = 1122,9 час. Эта величина получена на основе наблюдения за процессами автоматизированной и ручной обработки документации в дистанциях сигнализации и связи. Её значение превышает общее количество рабочих часов за год, поскольку на одном рабочем месте работают несколько сотрудников отдела, и экономия рабочего времени суммируется по каждому сотруднику. Кроме того, при отсутствии АРМ ВТД некоторые работы, как правило, не могут быть

выполнены в полном объеме по причине физической нехватки времени у работников.

4.3 Расчет экономии затрат на обработку документов

Экономия затрат на обработку документов $С_{эо}$ определяется по формуле:

$$C_{эо} = C_{тс} \cdot T_р \cdot (1 + K_с) \cdot (1 + K_д) \quad (4.2)$$

где $С_{тс}$ – средняя часовая тарифная ставка лиц, участвующих в обработке документов, руб.;

$К_с$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды, $К_с$= 0,302;

$К_д$ – коэффициент, учитывающий расходы на дополнительную заработную плату (премии и т.п.), $К_д$ = 0,5;

Средняя часовая тарифная ставка лиц, участвующих в обработке документов определяется следующим образом:

$$C_{тс} = C_о \cdot \frac{K_{тр} \cdot 0{,}25 + K_{ти} \cdot 0{,}75}{164{,}17} \quad (4.3)$$

где $С_о$ – минимальный месячный оклад на железной дороге в рублях в расчётном году;

$К_{тр}$ – тарифный коэффициент руководителя технического отдела, $К_{тр}$ =6,62;

$К_{ти}$ – тарифный коэффициент работника технического отдела, $К_{ти}$ =3,3;

164,17 - среднее число рабочих часов в месяц (эта величина может быть откорректирована с учетом фактического числа рабочих часов в месяц расчетного года).

$$C_{тс} = 16000 \cdot \frac{6,62 \cdot 0,25 + 3,3 \cdot 0,75}{164,17} = 402,51$$

$$C_{эо} = 402,51 \cdot 1122,9 \cdot (1 + 0,302) \cdot (1 + 0,5) = 882713,97$$

Таким образом, экономия затрат на обработку документов составила более 882 т.р.

4.4 Расчет капитальных затрат

Капитальные затраты K_a, связанные с внедрением АРМ ВТД, определяются по выражению, руб.:

$$K_a = k \cdot C_k + C_э + C_{пр} \qquad (4.4)$$

где k – коэффициент приведения разновременных затрат (так как экономический эффект определяется за год, а АРМ эксплуатируется несколько лет, этот коэффициент учитывает часть стоимости АРМ в расчете на год), принимаемый в экономических расчетах равным 0,18;

Ск – капитальные вложения на новую технику – стоимость компьютера, монитора с диагональю 21”, струйного принтера формата А3, программного обеспечения с базой данных коллективного пользования составляет 184000 рублей;

Сэ – стоимость электроэнергии, потребляемой ЭВМ за год, рассчитывается по формуле (4.5) и составляет 4432,59 руб.;

$C_{пр}$ – прочие расходы, принимаемые в размере 0,015·Ск, руб.

Стоимость электроэнергии, потребляемой ЭВМ за год составляет, руб.:

$$C_э = P_{эвм} \cdot t \cdot Ц_Э \qquad (4.5)$$

где $P_{эвм}$ – мощность, потребляемая ЭВМ, кВт;

t – время работы ЭВМ за расчетный период, час;

$Ц_э$ – цена одного киловатт-часа электроэнергии, руб.

$C_э = 0,5 \cdot 164,17 \cdot 12 \cdot 4,5 = 4432,59 \ \ руб$.

$С_{пр}$ – прочие расходы, принимаемые в размере:

$С_{пр} = 0,015 \cdot С_к = 184000 \cdot 0,015 = 2760$ руб.

$К_а = 0,18 \cdot 184000 + 4432,59 + 2760 = 40312,59$ руб.

4.5 Расчет экономического эффекта внедрения АРМ ВТД

По выражению (4.3) мы определили среднюю часовую тарифную ставку лиц, участвующих в обработке документов C_{mc}, которая равна 402,51:

Экономию затрат на обработку документов $С_{зо}$ определили по выражению (4.2), которая равна 882713,97 руб.

Капитальные вложения в новую технику, связанные с внедрением АРМ, $К_а$ равны 40312,59 руб.

Экономический эффект $Э_о$ от внедрения АРМ ВТД определяется по выражению:

$$Эо = Сзо - Ка \qquad (4.6)$$

Таким образом, годовой экономический эффект от внедрения АРМ ВТД составит:

$Э_о = 882713,97 – 40312,59 = 842401,38$ руб.

Вывод:

Проведенный расчет основных показателей эффективности внедрения АРМ ВТД позволяет говорить о целесообразности применения АРМ в процессе получения, обработки и хранения технической документации в дистанциях сигнализации и связи.

Так же применение АРМ позволит значительно сократить время на проектирование кабельной сети, а главное исправления при ремонтных работах в

уже существующих кабельных планах систем ЖАТ и повысить само качество технической документации.

Полученный показатель годового экономического эффекта удовлетворяет соображениям экономической целесообразности. При этом также следует учитывать повышение безопастностной ситуации для кабельного комплекса ЖАТ станции «Ваенга», поскольку внедрение радиоактивных муфт позволяет решить комплекс проблемных вопросов: обеспечение противокражевой, противовандальной, антитеррористической защищённости, повышение безопасности следования подвижного состава и сокращение времени его простоя, обеспечение эффективного планирования ремонтного производства за счёт оценки поточного технического состояния кабельных муфт и линий.

5 Охрана труда

Охрана труда – это комплекс мер, необходимых, чтобы обезопасить трудящихся во время выполнения ими порученных работодателем задач. По направлениям работы они подразделяются на:

– обеспечение безопасности электрооборудования, кабельных линий, ЛЭП, молниезащиту;

– защиту от пожаров, возгораний и задымления;

– безопасную организацию всех категорий работ;

– поддержание исправности оборудования (поверка, ремонт, своевременная замена);

– содержание в надлежащем состоянии зданий различного назначения, сооружений, построек, а также территории;

– нейтрализацию влияния на работников шума, запыленности, вибрации и других вредных факторов;

– защиту людей, которые трудятся в опасных условиях: на высоте, под землей, в условиях повышенных или пониженных температур, различных излучений, контактируют с горячими или движущимися предметами и их частями и т.д.;

– обучение работников, учащихся, управленческого персонала (инструктажи по охране труда и технике безопасности, специальные курсы, плакаты, схемы, рисунки и др.);

– мониторинг показателей здоровья работников (предварительные, пред сменные, ежегодные, внеочередные медосмотры и освидетельствования), организация санаторного лечения, выдачи лечебно-профилактического питания, молока;

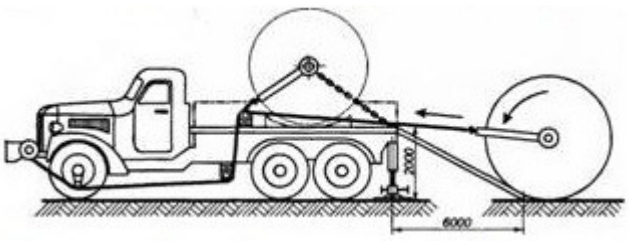
– общественный мониторинг организации охраны труда и техники безопасности на предприятии: работа уполномоченных по ОТ, профсоюзов, других общественных объединений.

С учетом требований нормативной документации, разрабатываются собственные стандарты СУОТ. Вся нужная сотрудникам информация по безопасному ведению работ излагается в инструкциях по охране труда и технике безопасности по конкретным профессиям или выполнению определенных работ (погрузочно-разгрузочные, огневые и т. д.).[23]

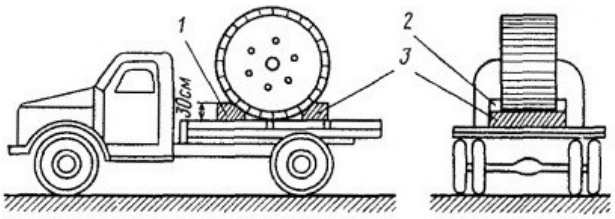
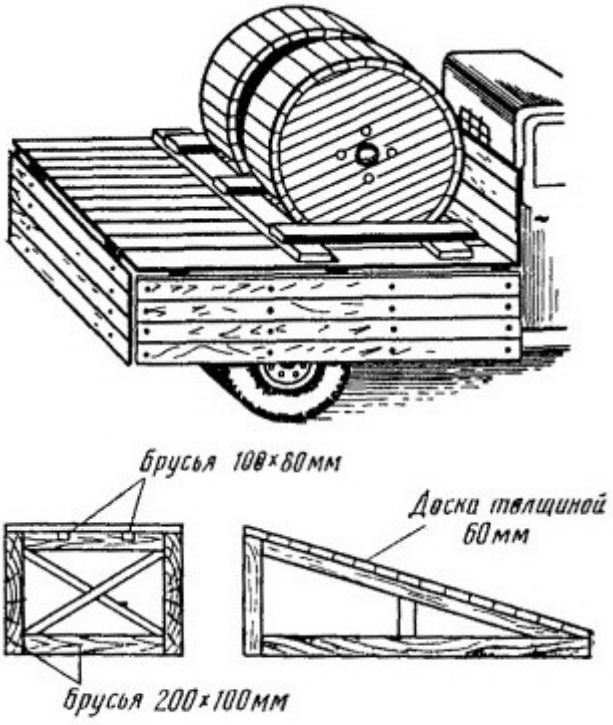
Требования охраны труда, при производстве работ на кабельных линиях установлены в ПОТ РЖД -4100612-ЦШ-074-2015 Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте устройств сигнализации, централизации и блокировки в ОАО «РЖД» и Инструкции по охране труда для электромеханика и электромонтера устройств сигнализации, централизации и блокировки в ОАО "РЖД", утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 3 ноября 2015 г. N 2616р.

Требования охраны труда при погрузке, разгрузке и перемещении барабанов с кабелем представлены в таблице 11.

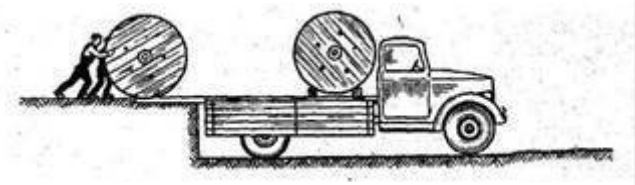
Таблица 11 – Требования охраны труда при погрузке, разгрузке и перемещении барабанов с кабелем

Требование охраны труда	Иллюстрация
1	2
1. Погрузка и разгрузка барабанов с кабелем проводится, как правило, механизированным способом и на ровной площадке. При наличии уклона под щеки барабана подкладываются упоры так, чтобы исключить возможность самопроизвольного движения барабана под уклон.	 Погрузка барабана на автомобиль с лебедкой

Продолжение таблицы 11

1	2
2. При транспортировании тяжеловесных барабанов с кабелем пол транспортного средства во избежание деформации следует дополнительно укрепить рядом досок толщиной не менее 50 мм, уложенных перпендикулярно основным доскам пола.	 Укрепление барабана на автомашине: 1 - упор постоянный; 2 - продольные брусья; 3 - упор съемный
3. При погрузке и выгрузке барабанов с кабелем автомобиль должен быть заторможен. Под задние колеса автомобиля с обеих сторон должны быть подложены специальные упоры (башмаки).	
4. Барабан, погруженный на транспортное средство, должен быть надежно закреплен при помощи растяжек и специальных клинообразных башмаков или отесанных бревен, подкладываемых под щеки барабана. Общая масса барабанов, перевозимых одновременно, не должна превышать грузоподъемности транспортного средства.	

Продолжение таблицы 11

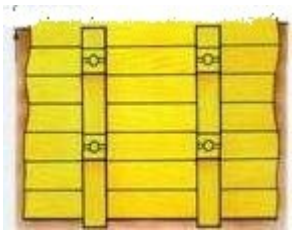
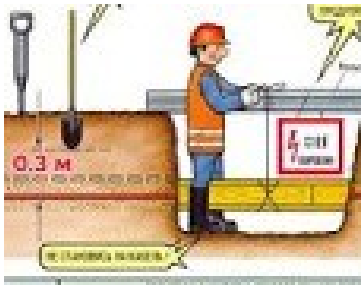
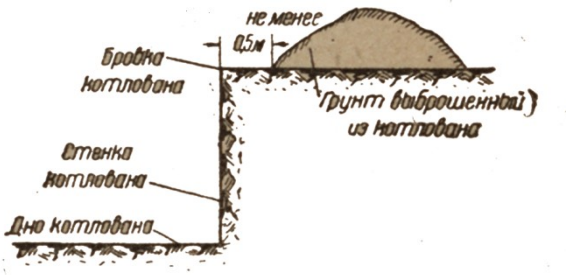
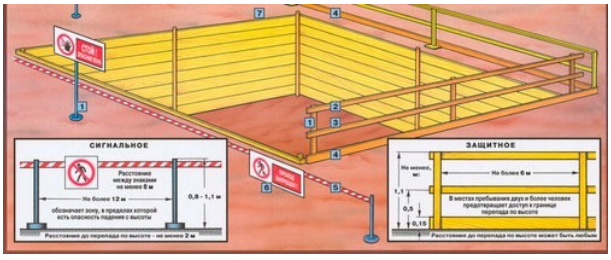
1	2
5. Барабаны с кабелем разрешается грузить вручную путем перекатывания при условии, что площадка с размещенными на ней барабанами находится на одном уровне с полом транспортного средства.	

При производстве работ на кабельных линиях также регламентированы требования охраны труда при производстве земляных работ. Основные из них представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Требования охраны труда при производстве земляных работ

Требование охраны труда	Иллюстрация
1	2
1. При работах на железнодорожных путях в местах пересечения кабельными коммуникациями место работы должно быть ограждено и выставлены специально выделенные и проинструктированные работники в соответствии с требованиями Инструкции по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации.	
2. При рытье траншей в слабом или влажном грунте, когда есть угроза обвала, а также под железнодорожными путями, их стенки должны быть надежно укреплены.	

Продолжение таблицы 12

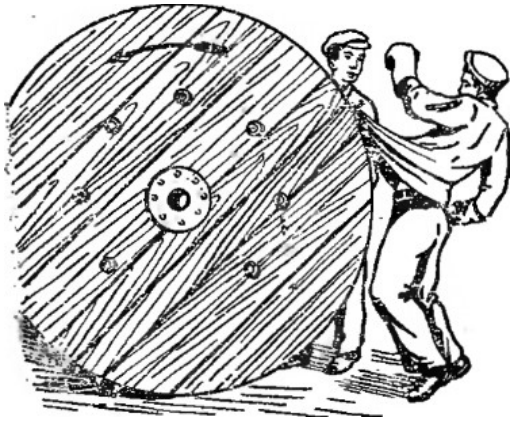
1	2
Стенки траншей следует укреплять горизонтально расположенными досками с вертикальными стояками и поперечными распорками.	
3. При разработке траншей вручную в случае приближения поезда работники должны заблаговременно выйти из траншеи и отойти на безопасное расстояние	
4. При выполнении земляных работ применение отбойных молотков, ломов для рыхления грунта и землеройных машин над кабелем допускается только на глубину, при которой до кабеля остается слой грунта не менее 0,3 м, при этом трасса кабеля должна быть прошурфлена.	
6. Запрещается размещать кабели, пустые барабаны, механизмы, приспособления и инструменты ближе 0,5 м от бровки траншеи.	
7. Запрещается оставлять на ночь и в перерывах работ не закрытые и не огражденные ямы, котлованы и траншеи.	

Продолжение таблицы 12

1	2
8. Обнаруженные при рытье траншей существующие кабели необходимо защищать деревянными коробами, а существующие кабельные муфты укреплять на прочной доске, подвешенной при помощи проволоки или троса к перекинутым через траншею брусьям.	
9. Перекладка, отводы, сдвиги существующего кабеля и переноска муфт должна производиться после отключения напряжения и разрядки кабеля.	

Помимо вышеперечисленных требований установлены нормы охраны труда при прокладке, перекладке кабелей в грунте. Установленные нормы проиллюстрированы в таблице 13.

Таблица 13 – требования охраны труда при прокладке, кабелей в грунте

Требование охраны труда	Иллюстрация
1	2
1. При перекатке барабана с кабелем необходимо применять меры против захвата выступающими его частями одежды рабочих. До начала перекатки должны быть закреплены концы кабеля и удалены торчащие на барабане гвозди во избежание захвата ими одежды. Барабан с кабелем допускается перекатывать только по горизонтальной поверхности по твердому грунту	

или прочному настилу.	

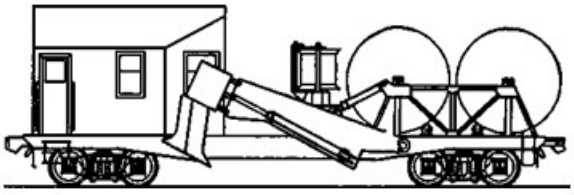
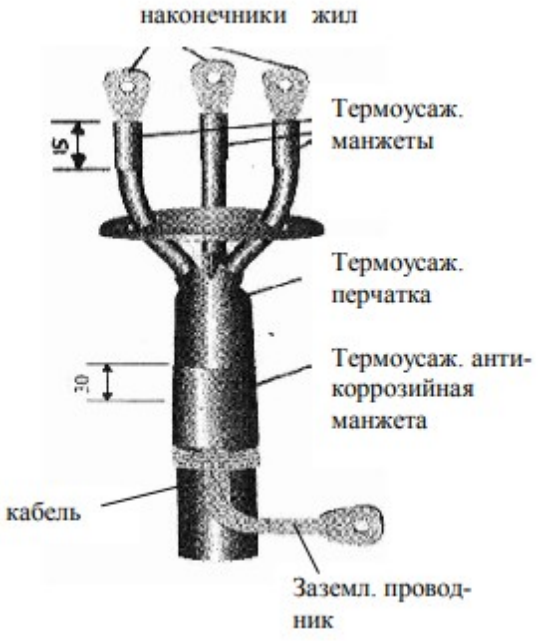
Продолжение таблицы 13

1	2
2. При ручной прокладке кабеля работать необходимо в рукавицах. При переноске кабеля к траншее на плечах или руках все работники должны находиться по одну сторону от кабеля.	
3. При штроблении и пробивке отверстий в бетонных или кирпичных стенах для укладки кабеля следует пользоваться рукавицами комбинированными, защитными очками и касками. Определить наличие скрытой проводки и места ее прохождения.	
4. Перекладывать кабели и переносить муфты следует только после отключения кабеля.	
5. В исключительных случаях допускается перекладывание кабелей, находящихся под напряжением, при выполнении следующих условий: - температура окружающей среды при выполнении работ по перекладке кабеля должна быть не ниже 5 °С; - муфты на перекладываемом участке кабеля должны быть жестко укреплены хомутами на досках; - работать следует в диэлектрических перчатках, поверх которых должны быть надеты рукавицы для защиты от механических повреждений; - работу должны выполнять работники, имеющие опыт прокладки кабеля, под надзором ответственного за производство работ, имеющего группу по	

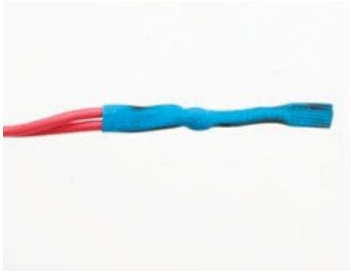
электробезопасности IV в электроустановках напряжением до 1000 В.

Особое внимание уделяется безопасности при работах на электрифицированных участках железной дороги. Требования охраны труда отражены в таблице 14.

Таблица 14 – Требования охраны труда при прокладке кабелей на электрифицированных участках железных дорог

Требование охраны труда	Иллюстрация
1	2
1. Работы по прокладке кабелей кабелеукладчиками на железнодорожном ходу на электрифицированных участках железных дорог следует производить только при снятом напряжении в контактной сети и высоковольтной линии, подвешенной на ее опорах, если кабелеукладчики и раскаточные платформы не оборудованы защитными устройствами, обеспечивающими безопасность работников.	
2. Перед прокладкой кабелей их жилы, металлические оболочки и бронепокровы должны быть изолированы колпаками из термоусаживаемого материала, электроизоляционными лентами и другими изолирующими материалами.	

Продолжение таблицы 14

1	2
3. Прокладку кабелей на участках с электротягой переменного тока без снятия напряжения в контактной сети, ввод кабелей в служебно-технические здания следует проводить в диэлектрических перчатках, поверх которых должны быть надеты хлопчатобумажные рукавицы. Рукавицы должны быть короче перчаток.	
4. Концы кабелей, вводимых в служебно-технические здания, а также в напольные устройства СЦБ, должны быть изолированы во избежание травмирования.	
5. При ремонте и монтаже кабелей на участках с электротягой переменного тока и вблизи линий электропередачи переменного тока необходимо соблюдать следующие требования: - все работы должны выполняться не менее чем двумя работниками, один из которых назначается ответственным за выполнение работ и соблюдение правил безопасности. Он обязан до начала работ проверить наличие и исправность средств защиты, приспособлений и инструмента; - откопку кабеля и разработку котлована для монтажа и ремонта муфт следует производить только лопатами.	 

Продолжение таблицы 14

1
6.При монтаже бронированных кабелей с металлическими оболочками необходимо: - на оболочках закрепить заземляющие хомуты; - к бронепокровам припаять в соответствии с требованиями Руководства по ремонту и монтажу кабелей железнодорожной связи и автоматики провода с медными токопроводящими жилами; - зачистить концы соединяемых жил кабелей; - присоединить к зажимам заземляющих хомутов провода, идущие от бронепокровов и заземляющих зажимов; - проверить наличие электрической связи между токопроводящими жилами, заземляющими зажимами, оболочками и бронепокровами; подключить к заземляющим хомутам провода от выравнивающей сетки (в случае применения метода выравнивания потенциалов) или соединить проводником заземляющие хомуты между собой (в случае применения метода изоляции от земли).

Заключение

Тема ВКР: применение спутниковой навигации при обслуживании и ремонте кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики.

В настоящей работе предложено технико-технологическое решение, направленное на повышение безопастностных параметров процесса следования подвижного состава и повышение экономической целесообразности организации поточного обслуживание технологических элементов кабельных систем ЖАТ.

К разработке предлагаете установка радиоактивных муфт, монтаж которых на кабельные линии позволит получить следующие положительные эффекты:

– исключение поверхностных меток, необходимых для технического персонала с целью обнаружения и локализации кабельных линий, которые могут быть использованы посторонними лицами или злоумышленниками. При этом обозначенные персоны могут нанести вред кабельным сетям путём воровства кабельных линий либо совершения акта вандализма, в худшем случае – акта терроризма. Таким образом, исключение из эксплуатационно-технологического процесса кабельных линий ЖАТ позволяет получить противовандальный, противокражный и антитеррористический безопастностные эффекты. Однако исключение наружных меток имеет также и отрицательный эффект в виде увеличения времени на обнаружение, локализацию и трассировку кабельных линий ЖАТ, которое в прочем решается введением активных муфт;

– снижение времени на локализацию, обнаружение и трассировку кабельных линий, что имеет не только экономический эффект в виде снижения эксплуатационных затрат на проведение поисково-трассовых работ, но и повышает безопастностный параметр – быстрое реагирование на отказы и аварии кабельных линий ЖАТ и снижение времени простоя подвижного состава;

– снижение эксплуатационных затрат на организацию ТО и ремонта кабельных линий и муфт, ввиду того, что активная муфта имеет техническую

возможность транслировать поточные технико-эксплуатационные параметры и параметры общего технического состояния, в следствие чего отпадает необходимость производства планово-предупредительных ремонтных работ, что приводит отсутствию затрат на выполнение «ненужных» мероприятий по периодическому осмотру и техническому обслуживанию кабельных муфт и линий;

– потоковая актуализация натурных данных относительно функционирования кабельных муфт и линий, передаваемая по оптимизированной схеме непосредственно в общую базу технической документации станции, что позволяет снизить затраты на выполнение функциональных обязанностей бригады технической документации;

– осуществление организации планово-предупредительных ремонтов кабельных муфт и линий на основании прогноза технического состояния, полученного при анализе базы данных потоковых натурных параметров, получаемых от активных муфт, что позволит оптимизировать ремонтно-восстановительное и капитальное ремонтопроизводство, снизив тем самым издержки на выполнение «лишних» ремонтно-эксплуатационных задач;

– повышение общей безопасности железнодорожного комплекса, как следствие повышения безопасности функционирования системы кабельных линий ЖАТ.

Библиографический список

1 Официальный сайт Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ac.gov.ru/ (дата обращения 18.02.2020).

2 Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.mintrans.ru/ (дата обращения 18.02.2020).

3 СП 244.1326000.2015 «Кабельные линии объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта».

4 ГОСТ Р 53431-2009 «Автоматика и телемеханика железнодорожная. Термины и определения».

5 Горелик А.В. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, Н.А. Тарадин, П.А. Неваров. — М. : МИИТ, 2019. — 211 с.

6 Ефанов Д.В., Осадчий Г.В. Микропроцессорная система диспетчерского контроля устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д.В. Ефанов, Г.В. Осадчий — СПб. : Лань, 2018. — 180 с.

7 Официальный сайт ООО «ИМСАТ-ПРОЕКТ» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.imsat.spb.ru/ (дата обращения 21.02.2020).

8 Матвеев С.И., Цифровые (координатные) модели пути и спутниковая навигация железнодорожного транспорта / С.И. Матвеев, В.А. Коугия — М. : Гелиос АРВ, 2013. — 304 с.

9 Василейский А.С., Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса / А.С. Василейский, Н.И. Розенберг, Н.В. Сазонов, М.М. Железнов — М. : ИКИ РАН, 2008. — 47 с.

10 Куприянов А.О., Позиционирование по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем в абсолютном режиме / А.О. Куприянов, Д.А. Морозов — М.: Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), 2017. — 32 с.

11 Лахтина Н.Ю., Техническое обеспечение телематических систем. Системы определения местоположения и идентификации транспортных средств / Н.Ю. Лахтина, К.Г. Манушакян — М.: МАДИ, 2017. — 68 с.

12 Горбачев А.М., «Методика автоматизированного проектирования кабельных сетей железнодорожной автоматики и телемеханики» // А.М. Горбачев, Г.Н. Аксаментов — СПб.: ПГУПС. 2008.

13 Сапожников В.В., Кононов В.А. Электрическая централизация стрелок и светофоров: Учебное иллюстрированное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2002. – 168 с.

14 В.А. Кононов, А.А. Лыков, А.Б. Никитин Основы проектирования электрической централизации промежуточных станций: Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп./ Под ред. В.А. Кононова – М.: УМК МПС России, 2003. – 316 с.

15 Гольцев В.В. Электрическая централизация для промежуточных станций с маневровой работой по типовым решениям альбома ЭЦ-12-03 / В.В. Гольцев, В.В. Каменский, Л.Н. Стажарова – Ростов н/Д, 2016. – 23 с.

16 Типовые материалы для проектирования 410305–ТМП. Электрическая централизация промежуточных станций с маневровой работой ЭЦ–12–03. ОАО «РЖД», Гипротранссигналсвязь. 2006.

17 Распоряжением ОАО «РЖД» «Об утверждении ЦШ-617-10 Инструкции по ведению технической документации железнодорожной автоматики и телемеханики».

18 Инструкция о порядке разработки, согласования и утверждения проектной документации на строительство объектов, финансируемое ОАО «РЖД». Документ не опубликован. Дата актуализации: 01.01.2020.

19 Правила разработки и применения технико-нормировочных карт, утверждены распоряжением ОАО «РЖД» от 27 мая 2015 года N 1350р. Документ не опубликован. Дата актуализации: 01.01.2020.

20 Официальный сайт Федерального института промышленной собственности (ФИПС) [Электронный ресурс] –Режим доступа: https://www.fips.ru/ (дата обращения 17.03.2020).

21 Терешина, Н.П. Экономика железнодорожного транспорта: учебник/ Н.П. Терешина, Л.П. Левицкая, Л.В. Шкурина. – М.: ФГБОУ, 2012. – 536 с.

22 ПОТ РЖД-4100612-ЦШ-074-2015 Правила по охране труда при техническом обслуживании и ремонте устройств сигнализации, централизации и блокировки в ОАО «РЖД».

23 Инструкция по охране труда для электромеханика и электромонтера устройств сигнализации, централизации и блокировки в ОАО «РЖД», утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 3 ноября 2015 г. N 2616р. Документ опубликован не был. Дата актуализации: 01.01.2020.

Приложение А

(справочное)

Двухниточный план станции Ваенга

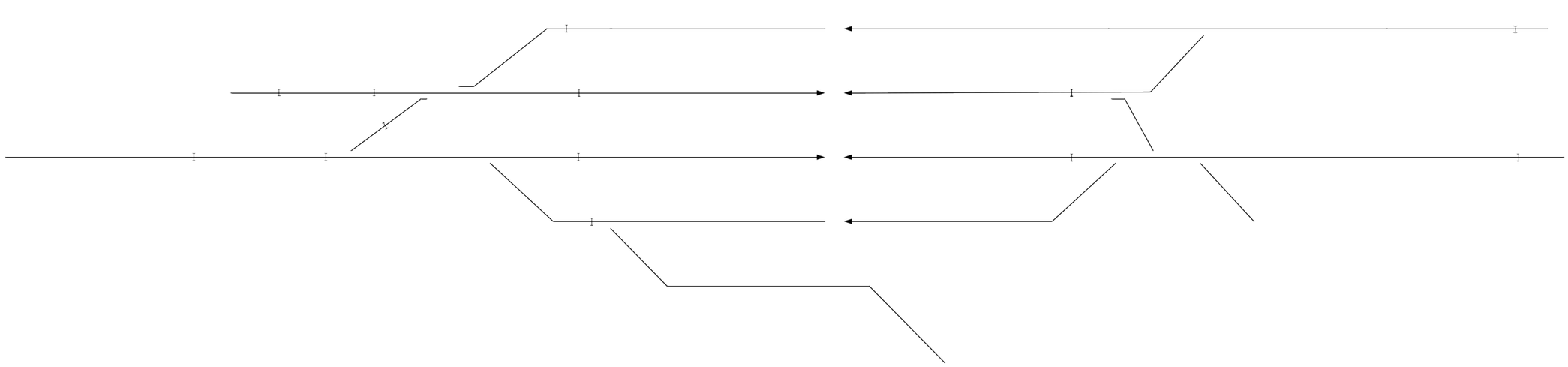
Рисунок А.1

Приложение Б

(справочное)

Схематический план станции

Рисунок Б.1



Приложение В

(справочное)

Кабельная сеть станции Ваенга

Рисунок В.1