**Аннотация**

В данном дипломном проекте представлена разработка системы микропроцессорной централизации (МПЦ) стрелок и сигналов станции железнодорожного транспорта. Разрабатываемый продукт содержит комплекс программ автоматизированного проектирования системы МПЦ, что позволяет быстро и безопасно создавать систему управления железнодорожной станции на основе ее схематического плана.

Оглавление

[Аннотация 1](#_Toc419663684)

[Введение 3](#_Toc419663685)

[Техническое задание 5](#_Toc419663686)

[1. Исследовательская часть 7](#_Toc419663687)

[1.1 Особенности организации систем МПЦ 7](#_Toc419663688)

[1.2 Требования к современным системам МПЦ 9](#_Toc419663689)

[1.3 Преимущества микропроцессорной централизации по сравнению с релейной 12](#_Toc419663690)

[1.4 Обзор существующих МПЦ для российских железных дорог 14](#_Toc419663691)

[1.4.1 Ebilock 950 14](#_Toc419663692)

[1.4.2 МПЦ – 2 17](#_Toc419663693)

[1.4.3 МПЦ-М3-Ф 20](#_Toc419663694)

[1.5 Обоснование разработки 23](#_Toc419663695)

[2. Конструкторская часть 24](#_Toc419663696)

[2.1 Структура системы МПЦ «Поливид» 24](#_Toc419663699)

[2.2 Структура ПО системы МПЦ «Поливид» 26](#_Toc419663700)

[2.2.1 Формат хранения данных станции 27](#_Toc419663701)

[2.2.2 Протокол обмена данными внутри станции 29](#_Toc419663702)

[2.3 Особенности реализации технических алгоритмов 30](#_Toc419663706)

[2.3.1 Ручное кодирование алгоритмов 30](#_Toc419663707)

[2.3.2 Автоматизированное кодирование алгоритмов 31](#_Toc419663708)

[2.4 Особенности реализации технического приложения МПЦ 36](#_Toc419663712)

[2.4.1 Ручное кодирование ТП 36](#_Toc419663713)

[2.4.2 Автоматизированная генерация ТП 38](#_Toc419663721)

[2.5 Функциональные особенности МПЦ «Поливид» 40](#_Toc419663725)

[Список использованных источников 43](#_Toc419663726)

# Введение

До недавнего времени на железных дорогах России применялись только системы централизации стрелок и сигналов, использующие в качестве основной элементной базы электромагнитные реле. Автоматизация технологических процессов управления движением поездов на станциях и перегонах оставалась консервативной областью в отношении применения компьютерных технологий.

Следует учитывать, что технические решения и средства для релейной централизации разрабатывались в 1960 – 1980 гг. и к настоящему моменту явно устарели. Реле как элементная база электрической централизации практически себя исчерпали. Попытки получения новых качественных показателей и расширения функций релейной централизации ведут к увеличению числа реле, потребляемой электроэнергии, затрат на техническое обслуживание, объемов проектных и монтажных работ. Поэтому целесообразно использовать в качестве технического средства автоматизации технологических процессов управления движением поездов на станциях микропроцессорную централизацию (МПЦ), успешно эксплуатируемую на зарубежных железных дорогах.

Замена централизаций релейного типа микропроцессорной централизацией является объективной необходимостью обновления технологического процесса управления железнодорожными перевозками и работой структурных подразделений железнодорожного транспорта на основе применения информационных технологий. Микропроцессорная централизация служит связующим звеном между первичными источниками получения информации (подвижной состав, объекты СЦБ и др.) и системами управления перевозочным процессом более высокого уровня и позволяет осуществить увязку этих источников без дополнительных надстроек, что невозможно сделать при централизации релейного типа.

Микропроцессорная централизация обладает более высокими показателями надежности за счет использования возможностей электронных технологий и устройства 100-процентного горячего резерва многих составных элементов, в то время как в централизации релейного типа имеется значительное количество элементов, отказ которых приводит к выходу из действия практически всей системы. Попытки осуществить дублирование или резервирование таких элементов являются дорогостоящими и существенных положительных результатов не дали.

Наличие мощной системы самодиагностики позволяет выявлять предотказное состояние элементов централизации, контролировать все отказы с выводом их на мониторы автоматизированных рабочих мест оперативного и технического персонала.

# Техническое задание

Разработать рабочий прототип системы микропроцессорной централизации стрелок и сигналов для станции метро «примерная» на основе ее схематического плана. Используя полученные наработки реализовать систему автоматизированного проектирования системы МПЦ для любой станции на основе ее схематического плана.

1. Основания для разработки.

Основанием для разработки является решение генерального директора ООО «Поливид».

1. Назначение разработки.

Система МПЦ для станции «примерная» предназначена для демонстрации возможностей компании ООО «Поливид», получения практического опыта реализации подобных систем. Комплекс программ для автоматизированного проектирования МПЦ станции предназначен для коммерческого использования, а именно для быстрой разработки и внедрения систем МПЦ на реальные станции железнодорожного транспорта.

1. Требования к программе или программному изделию.
   1. Требования к функциональным характеристикам.

Разрабатываемая система должна обладать следующими функциями:

* работать под управлением ОС Windows XP/7;
* для соединения и обмена данными использовать протокол TCP/IP;
* интерфейс графических программ должен быть оформлен в едином стиле и быть доступным для понимания работникам железнодорожного транспорта;
  1. Требования к надежности.

Система должна обеспечивать стабильную работу на протяжении всего срока службы. В случае сбоев необходимо предусмотреть информирование ответственных лиц в срочном порядке, а также задействовать резервное оборудование.

* 1. Условия эксплуатации.

Стандартные условия эксплуатации систем МПЦ.

* 1. Требования к составу и параметрам технических средств.
* Напольное оборудование, сертифицированное по ГОСТ;
* Управляющий вычислительный комплекс ООО «Поливид»;
* Персональные компьютеры обсуживающего персонала станции под управлением OS Windows XP/7.
  1. Требования к информационной и программной совместимости.

В качестве средства разработки ядра системы требуется использовать язык С++.

* 1. Требования к маркировке и упаковке.

Не предъявляются.

* 1. Требования к транспортированию и хранению.

Не предъявляются.

* 1. Специальные требования.

Не предъявляются.

1. Требования к программной документации.

Предусмотреть написание к исходным кодам программ комментариев для последующего автоматического составления документации в программе Doxygen.

1. Этапы разработки.

Разработка ПП разбивается на следующие этапы (стадии): техническое задание, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, сертификация, внедрение.

1. Порядок контроля и приемки.

Испытание разработанной системы и контроль качества ее работы провести в лаборатории ООО «Поливид».

1. **Исследовательская часть**

В данной главе представлено в общем описание системы МПЦ, описаны ее преимущества и недостатки по сравнению с релейной централизацией, а также приведен обзор уже существующих систем, эксплуатируемых на железных дорогах Российской Федерации.

* 1. **Особенности организации систем МПЦ**

Неотъемлемым свойством всех систем релейной централизации является тесная структурная и схемотехническая взаимосвязь между функциями обеспечения безопасности и топографическими особенностями конкретных станций. Например, в системах релейной централизации, построенной по плану станции, ответственные цепи проходят через всю установку в соответствии со схемой соединения релейных блоков. Поэтому, несмотря на относительную простоту реконструкции таких систем, при выполнении реконструктивных мероприятий происходит вмешательство в структуру установки, и прежде всего в кабельную разводку. Если работы приходится выполнять на действующей установке, неизбежно ограничение ответственных функций системы (например, отключение сигнальной зависимости, рельсовых цепей), сопровождаемое, в свою очередь, крупными и долговременными ограничениями в эксплуатационном процессе. При этом полная ответственность за безопасность в течение нескольких дней или даже недель возлагается на дежурного по станции и работников, отвечающих за визуальный контроль свободности пути, проследование хвоста поезда, ношение ключей от стрелочных замков. Дежурный по станции руководствуется в такой ситуации действующими инструкциями и только в минимальной степени может рассчитывать на технические средства, обеспечивающие безопасность. Для сокращения длительности действия ограничений приходится привлекать большие людские и финансовые ресурсы.

Если противопоставить этой технике системы микропроцессорной централизации (в общем случае независимо от их типа), становится очевидно, что в МПЦ логика обеспечения безопасности не связаны с функциями подключения напольных устройств. Напольные устройства подключают через «анонимные» интерфейсные модули, топографическая привязка которых выполняется только в программном обеспечении компьютеров МПЦ. Как следствие, интерфейсные модули не имеют соединений друг с другом. Формируемая за счет этого структура МПЦ является важной основой для реализации эффективной стратегии реконструкции и расширения системы. Если в ходе реконструкции не нужно добавлять дополнительные интерфейсные модули, то вмешательство в аппаратные средства МПЦ не требуется, исключая изменения в схеме подключения напольных устройств к интерфейсным модулям. В этом случае реконструкция сводится к изменению топографических проектных данных в программном обеспечении МПЦ.

Переход к использованию микропроцессорной техники облегчает реконструкцию и на уровне средств индикации и управления системой централизации. С внедрением систем МПЦ появляется возможность реализовать унифицированный интерфейс пользователя, который включает в себя набор мониторов (их число зависит от размеров системы) и мышь как основной орган управления. Для ввода текстовых данных предусмотрена стандартная клавиатура ПК, обеспечивающая также полноценное резервирование мыши. Это большой шаг вперед по сравнению с пультами и панорамными табло в релейных системах. Важное преимущество унифицированного интерфейса пользователя состоит в том, что при внесении изменений в систему централизации достаточно изменить проектные данные экранных изображений. Проверить эти данные можно до проведения реконструкции на испытательном стенде.

В современных системах управления движением поездов все большее значение приобретают функции сбора и обработки информации, а также автоматизации технологических операций. Ранее такие функции зачастую выполнялись при помощи внешних систем, которые приходилось адаптировать в ходе реконструкции релейной централизации. Это требовало учета топографических и функциональных изменений во всех системах, имеющих зачастую разные инструментальные средства и структуры данных. Проверить взаимодействие всех компонентов можно было в большинстве случаев только непосредственно в ходе реконструкции, что приводило к существенным нарушениям эксплуатационного процесса.

Применение вычислительной техники в МПЦ и на постах ДЦ позволило интегрировать дополнительные функции в состав основной системы. Это позволяет вносить топографические изменения только однократно и полностью проверять работу дополнительных средств на стенде или в имитационных моделях до ввода в эксплуатацию.

* 1. **Требования к современным системам МПЦ**

Современные МПЦ должны выполнять следующие функции:

* контроль положения и режимов работы стрелочных переводов, а также передачу их на местное управление;
* контроль состояния путей, стрелочных переводов и путевых участков на станциях;
* контроль состояния светофоров на станциях;
* контроль состояния перегонов и участков приближения;
* контроль состояния других устройств СЦБ (устройства сигнализации, централизации и блокировки);
* контроль состояния устройств электроснабжения;
* отображение на экранах мониторов состояния объектов контроля и управления;
* задание и отмена маршрутов, включая их искусственное размыкание;
* логическая проверка условий безопасности движения поездов при задании маршрутов и управления отдельными объектами;
* управление стрелочными переводами, светофорами и другими устройствами СЦБ, в том числе и схемой смены направления движения на перегонах;
* выключение стрелочных переводов и путевых участков с сохранением и без сохранения пользования сигналами;
* блокировка управления стрелками и открытия светофоров;
* автовозврат охранных стрелочных переводов в соответствии с проектом (с защитой от потери шунта);
* автоматическое повторение установки заданного маршрута (автодействие);
* управление устройствами переездной сигнализации, расположенными в пределах станционной зоны извещения;
* увязка с устройствами ЭЦ (электрической централизации) соседней станции при отсутствии перегона между ними (в том числе при наличии границы по приемоотправочным путям), с устройствами маневровых районов и горочной централизации (ГАЦ) и т.д.;
* ввод команд ДСП (дежурного по станции);
* протоколирование и хранение на жестком диске информации о состоянии объектов контроля, команд управления и действий ДСП;
* взаимодействие с системами автоматического управления торможением (САУТ), МАЛС (маневровая автоматическая локомотивная сигнализация), контрольно–габаритными устройствами (КГУ), устройствами контроля схода подвижного состава (УКСПС), устройствами обдувки и электрообогрева стрелок, устройствами ограждения и закрепления составов (УТС), с устройствами оповещения работников на пути и другими устройствами автоматики;
* отображение диагностической и справочной информации.

При передаче ответственных команд МПЦ должны обеспечивать:

* вспомогательный перевод стрелочных переводов при ложной занятости изолированного участка;
* вспомогательную смену направления движения поезда на перегоне;
* искусственное размыкание путевых и стрелочных участков;
* включение пригласительного сигнала;
* открытие переезда;
* дополнительное замыкание стрелок без установки маршрутов;
* передачу команд управления движением поездов по цифровому радиоканалу (разрешения проследования светофора с запрещающим показанием и принудительной остановки);
* сброс показаний устройства счета осей;
* выключение стрелочных переводов или путевых участков из зависимостей без сохранения пользования сигналами;
* выключение стрелочных переводов или путевых участков из зависимостей с сохранением пользования сигналами и установкой их на макет.

МПЦ должны осуществлять логический контроль действий дежурного по станции и работы устройств СЦБ, который должен производиться на основе информации, автоматически снимаемой с устройств СЦБ и оперативной информации, вводимой пользователем в систему.

МПЦ должны осуществлять логический контроль:

* несанкционированной потери контроля стрелки (с учетом времени перевода);
* ложной свободности и занятости рельсовых цепей и правильности установки маршрута;
* открытия одного пригласительного сигнала;
* изменения положения только одного заданного стрелочного перевода в режиме вспомогательного перевода;
* проезда светофора с запрещающим показанием;
* отсутствия отклонений от последовательности занятия и освобождения путевых участков при маршрутизированных передвижениях на станциях и передвижениях на перегонах;
* правильности сигнализации светофора путем сопоставления сигнального показания с поездным положением;
* перекрытия светофора, разрешающего движение по установленному маршруту, при занятии любого стрелочного или путевого участка, входящего в этот маршрут;
* перекрытия светофора на запрещающее показание;
* фактической выдержки времени при реализации отмены или искусственной разделки маршрута, управлении переездной сигнализацией и в других случаях.

Системы МПЦ функционально должны увязываться с устройствами маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС), а также с информационными системами верхнего уровня. Они должны обеспечивать выполнение требований безопасности, логический контроль управляющих воздействий и хода технологического процесса движения поездов, исключать возможность ввода и исполнения ошибочных команд, осуществлять развязку управляющих и информационных подсистем [4].

* 1. **Преимущества микропроцессорной централизации по сравнению с релейной**

К преимуществам МПЦ по сравнению с релейными системами централизации относятся:

* более высокий уровень надежности за счет дублирования многих узлов, включая центральный процессор — ядро МПЦ, и непрерывного обмена информацией между этим процессором и объектами управления и контроля (что также способствует повышению уровня безопасности);
* возможность управления объектами многих станций и перегонов с одного рабочего места;
* возможность интеграции управления перегонными устройствами СЦБ и приборами контроля состояния подвижного состава в одном станционном процессорном устройстве;
* расширенный набор технологических функций, включая замыкание маршрута без открытия светофора, блокировку стрелок в требуемом положении, запрещающих показаний светофоров, изолированных секций для исключения задания маршрута и др.;
* предоставление эксплуатационному и техническому персоналу расширенной информации о состоянии устройств СЦБ на станции с возможностью передачи этой и другой информации в региональный центр управления перевозками;
* возможность централизованного и децентрализованного размещения объектных контроллеров для управления станционными и перегонными объектами. Децентрализованное размещение объектных контроллеров позволяет значительно снизить удельный расход кабеля на одну централизуемую стрелку;
* сравнительно простая стыковка с системами более высокого уровня управления;
* возможность непрерывного протоколирования действий эксплуатационного персонала по управлению объектами и всей поездной ситуации на станциях и перегонах;
* наличие встроенного диагностического контроля состояния аппаратных средств централизации и объектов управления и контроля;
* возможность регистрации номеров поездов, следующих по станциям и перегонам, а также всех отказов объектов управления;
* значительно меньшие габариты оборудования и, как следствие, в 3 – 4 раза меньший объем помещений для его размещения, что позволяет заменять устаревшие системы централизации без строительства новых постов;
* значительно меньший объем строительно-монтажных работ;
* удобная технология проверки зависимостей без монтажа макета за счет использования специализированных отладочных средств;
* сокращение срока исключения из работы станционных и перегонных устройств в случаях изменения путевого развития станции и связанных с этим зависимостей между стрелками и сигналами;
* использование в качестве среды передачи информации между устройствами управления и управляемыми объектами не только кабелей с медными жилами, но и волоконно-оптических кабелей;
* возможность получения из архива параметров работы напольных устройств СЦБ для последующего прогнозирования их состояния или планирования проведения ремонта и регулировки, не допуская полных отказов этих устройств;
* снижение эксплуатационных затрат за счет уменьшения энергоемкости системы, сокращения примерно на порядок количества электромагнитных реле и длины внутрипостовых кабелей, применения современных необслуживаемых источников питания, исключения из эксплуатации громоздких пультов управления и манипуляторов с большим числом рукояток и кнопок механического действия [1].
  1. **Обзор существующих МПЦ для российских железных дорог**

В настоящее время существует ряд программных и технологических решений, реализующий различные методики разработки МПЦ. Далее приведён краткий обзор некоторых из них.

* + 1. **Ebilock 950**

Ebilock 950 – продукт российско-шведского предприятия ООО «Бомбардье Транспортейшн Сигнал». Техническим заданием на МПЦ для российских железных дорог предусмотрено использование напольного оборудования электрической централизации (электроприводы, светофоры, устройства ограждения переездов, контроля состояния подвижного состава и др.) российского производства. Кроме того, признано целесообразным сохранить требования и принципы управления перечисленными напольными устройствами в том виде, в каком они применялись в релейных системах. Сохранялись и принципы построения систем регулирования движения поездов на перегонах (автоматическая и полуавтоматическая блокировки), а также автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа. В июне 1999 г. первая система Ebilock 950 была введена в опытную эксплуатацию на станции Калашниково Октябрьской железной дороги.

Главная задача системы Ebilock 950 - обеспечить процесс обработки данных таким образом, чтобы система действовала как фильтр, предотвращая выполнение опасных команд, поступающих от системы управления и отображения. Программное обеспечение системы использует для этого следующую последовательность действий:

1. корректные команды от системы управления и отображения преобразуются в приказы, которые безопасно передаются на стрелки, сигналы, переездное оборудование и другие управляемые объекты;
2. объекты, включенные в поездной маршрут, замыкаются, что предотвращает их использование в других маршрутах;
3. замкнутые объекты размыкаются при размыкании поездного маршрута автоматически или вручную [1].

В обычной системе централизации Ebilock 950 всегда есть некоторое число основных функций – функции централизации, автоблокировки (контроль и фиксация проследования поезда по перегону), создания интерфейса, управления и отображения. Рисунок 1.1 показывает в общем как эти функции выполняются.

 Рисунок 1.1 – Представление основных функций.

Основными компонентами МПЦ Ebilock 950 являются (рисунок 1.2):

1. управляющая и контролирующая система — автоматизированные рабочие места дежурного по станции, электромеханика, пункта технического обслуживания вагонов, оператора местного управления стрелками;
2. система обработки зависимостей централизации (центральное процессорное устройство);
3. система объектных контроллеров;
4. управляемые и контролируемые объекты СЦБ (стрелочные электроприводы, светофоры, переезды, рельсовые цепи и др.);
5. стативы с релейным оборудованием, генераторами и приемниками рельсовых цепей, трансформаторами и т. п.;
6. петли связи (включая концентраторы) между центральным процессором и объектными контроллерами;
7. устройства электроснабжения (первичные и вторичные источники);
8. устройства защиты (заземления, разрядники, предохранители, устройства контроля сопротивления изоляции монтажа, встроенные в объектные контроллеры и индивидуальные);
9. кабельные сети, состоящие из кабелей от объектных контроллеров к напольным устройствам СЦБ [1];

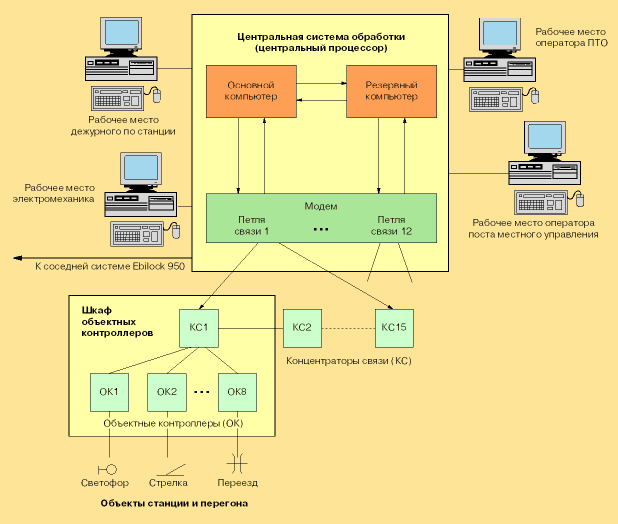


Рисунок 1.2 – Структура МПЦ Ebilock 950

Система МПЦ Ebilock 950 является системой реального времени, где данные от напольных объектов (входные данные) загружаются, обрабатываются и снова передаются к объектам для выполнения. Основу системы составляет компьютер зависимостей с тремя процессорами, один из которых служит для выполнения не безопасных функций и два процессора для выполнения безопасных функций. Однако, для того, чтобы повысить коэффициент готовности системы, компьютер горячего резерва может заменить рабочий компьютер в случае, если обнаружена его неисправность.

Все программное обеспечение написано на сокращенном подмножестве стандартного языка ANSI - C. Использование этого подмножества проверяется предварительным компилированием [1].

* + 1. **МПЦ – 2**

Микропроцессорная централизация МПЦ 2 и ее диагностический комплекс (УВК ЭЦМ) разработаны специалистами ГТСС и ООО «Сектор». Система предназначена для управления технологическим процессом на станции как магистрального, так и внутризаводского транспорта. При необходимости управления смежными перегонами, система может включать в свой состав микропроцессорную автоблокировку с централизованным размещением оборудования без дополнительных аппаратных средств (за исключением аппаратуры рельсовых цепей перегонов).

В масштабе реального времени МПЦ 2 собирает, обрабатывает и хранит информацию о текущем состоянии объектов ЭЦ (электрической централизации). На ее основании реализуются алгоритмы управления станционными объектами низовой и локальной автоматики с формированием и выдачей управляющих воздействий. При необходимости дежурному могут предоставляться пояснительные сообщения. Одновременно ведется непрерывная диагностика состояния системы.

По расположению аппаратуры МПЦ 2 — система централизованная: управляющий вычислительный комплекс, релейные и кроссовые стативы находятся на посту электрической централизации. Из релейной аппаратуры сохранены лишь пусковые блоки стрелок, аппаратура рельсовых цепей и цепи коммутации ламп светофоров. В состав системы входят: комплекс УВК ЭЦМ, приборы измерения аналоговых сигналов, упомянутая релейная аппаратура, рабочее место диспетчера, диагностический комплекс с автоматизированным рабочим местом механика электрической централизации (АРМ ШН).

Основные функции управления и контроля реализуются в модуле ЭВМ, входящем в один из шкафов УВК ЭЦМ. Рабочее место диспетчера (АРМ ДСП) содержит в своем составе три ПЭВМ (персональных электронных вычислительных машины). В процессе функционирования системы одна ПЭВМ находится в рабочем режиме, вторая — в горячем резерве, третья — в холодном резерве. Если район управления велик, допускается деление станции на условные зоны с выделением самостоятельных комплектов органов управления и контроля для каждой из таких зон.

Ядром системы МПЦ 2 служит управляющий вычислительный комплекс УВК ЭЦМ. Он предназначен для управления стрелками и сигналами в составе микропроцессорной централизации, а также для управления перегонными светофорами в случае интегрирования автоблокировки в состав системы. По своей идеологии УВК ЭЦМ представляет собой распределенную вычислительную систему, связанную локальной сетью. На рисунке 1.3 представлена общая структура МПЦ 2.

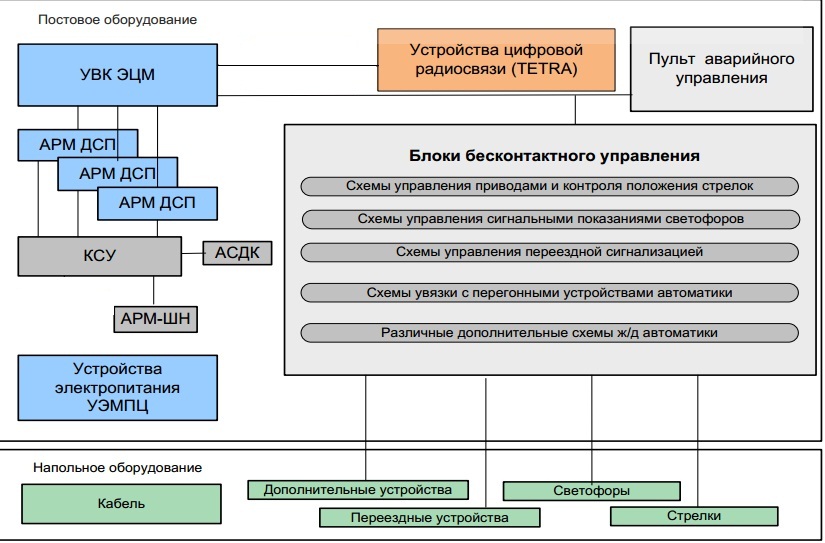


Рисунок 1.3 – Общая структура МПЦ 2

Система МПЦ 2 включает в себя три устройства АРМ ДСП (рабочее место диспетчера), а также диагностический комплекс с автоматизированным рабочим местом механика (АРМ ШН) и координационно - согласующим устройством КСУ. Диагностический комплекс предназначен для контроля состояния и диагностики устройств, он интегрирован в системы МПЦ 2 и АСДК (автоматизированная система диспетчерского контроля) «ГТСС Сектор». С помощью АРМ ШН решаются следующие основные задачи:

1. контроль состояния аппаратных средств, входящих в состав системы, и контроль поездного положения;
2. диагностика устройств СЦБ;
3. протоколирование нештатных ситуаций;
4. сохранение и восстановление информации о состоянии устройств СЦБ;
5. обмен информацией через координационно - согласующее устройство (КСУ) с другими информационными и управляющими системами о состоянии станционных объектов и о техническом состоянии самого УВК ЭЦМ [2].

МПЦ 2 первой очереди прошла опытную эксплуатацию в течение 21 месяца на станции Шоссейная Октябрьской железной дороги. Результат положительный. В качестве резерва на случай отказа аппаратных средств системы была применена релейная система УЭЦ. За указанный период в работе системы МПЦ 2 не наблюдалось сбоев, способных привести к нарушениям работы станции. С 4 октября 2005 года система МПЦ 2 станции Шоссейная включена в эксплуатацию без резервирования релейной системой, которая была демонтирована.

* + 1. **МПЦ-М3-Ф**

МПЦ-МЗ-Ф является системой микропроцессорной централизации, разработанной компанией «Форатек АТ» на основе аппаратной платформы производства Siemens. Представляет собой централизованный комплекс, предназначенный для дистанционного управления и контроля за состоянием стрелок, светофоров и других станционных объектов, а также для выдачи дежурному по станции оперативной, архивной и нормативно - справочной информации с протоколированием работы.

Базовой аппаратной платформой системы является специализированный управляющий компьютер централизации ЕСС производства компании Siemens. Система МПЦ-МЗ-Ф имеет трехуровневую иерархическую структуру (рисунок 1.4), включающую уровни информационного и логического обеспечения, а также подсистему безопасного управления и контроля за объектами низовой и локальной автоматики (безопасный интерфейс ввода/вывода).

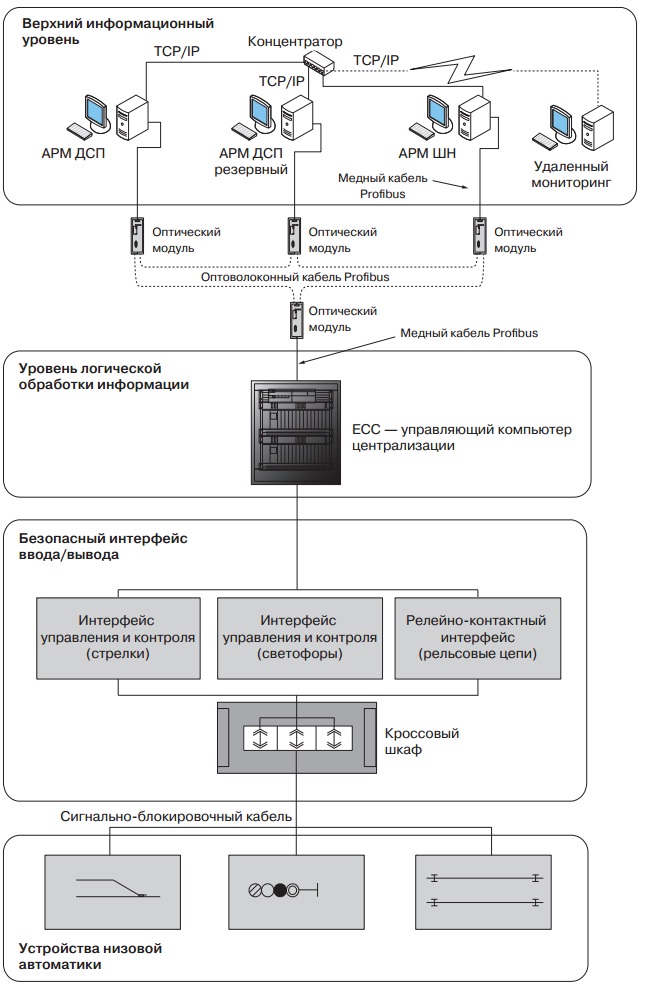


Рисунок 1.4 – архитектура системы МПЦ-М3-Ф

Уровень информационного обеспечения системы содержит автоматизированные рабочие места дежурного по станции и электромеханика, а также дополнительные устройства сопряжения с информационными системами различного назначения. На уровне логической обработки реализованы функции управления централизацией, а также формирования команд управления интерфейсом ввода/вывода.

Высокая эксплуатационная готовность управляющего компьютера централизации и всей системы в целом достигается за счет применения трех идентичных процессорных модулей ECC-CU, работающих по схеме «2 из 3». Для обеспечения безопасности дальнейшая обработка информации осуществляется только в том случае, если как минимум два вычислительных канала выдают одинаковые результаты. Это позволяет зафиксировать сбой в работе любого из трех процессорных модулей и отключить поврежденный модуль. Система продолжает работать в режиме «2 из 2», а информация об ошибке фиксируется в базе данных. Поврежденный модуль можно заменить и ввести в работу без остановки всей системы.

В состав программного обеспечения системы МПЦ-МЗ-Ф входят следующие компоненты.

1. Неизменяемая часть (ядро логики централизации), которая отвечает за выполнение требований правил технической эксплуатации и инструкции по сигнализации. Эта часть программы универсальна и используется на всех проектируемых станциях. Ядро логики централизации проверяется в испытательной лаборатории и защищено от изменений.
2. Изменяемая часть (конфигурация станции), отражающая путевое развитие конкретной станции, а также число объектов управления и контроля. Эта часть создается при проектировании станции. Конфигурация проверяется силами разработчика при помощи программного имитатора станции, а также при вводе станции в эксплуатацию совместно с представителями заказчика согласно утвержденной Департаментом автоматики и телемеханики ОАО «Российские железные дороги» программе и методике испытаний.

Такое разделение программного обеспечения микропроцессорной централизации позволяет значительно упростить внесение изменений, обусловленное корректировкой путевого развития станции. Применение системы автоматизированного проектирования (САПР) конфигурации станции позволяет существенно сократить срок разработки программного обеспечения для новых станций. Благодаря использованию САПР снижается риск внесения ошибки в программу на этапе проектирования, а также влияние человеческого фактора [3].

* 1. **Обоснование разработки**

На сегодняшний день существует большое число уже разработанных и эксплуатируемых в России МПЦ, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Ниже перечислены основные достоинства зарубежных МПЦ, адаптированных для российских железных дорог (Ebilock 950, МПЦ-М3-Ф).

1. Высокая надежность.
2. Качественное и своевременное обслуживание.
3. Высокая скорость разработки МПЦ для конкретной станции.

Основным недостатком иностранных МПЦ является их высокий уровень зависимости от импортного не универсального оборудования. На этом фоне выгодно отличается российская МПЦ 2, но она также имеет свои недостатки – низкая скорость разработки, дорогое гарантийное обслуживание.

Еще один общий недостаток всех МПЦ на российском рынке – их цена, которая может достигать нескольких сотен миллионов рублей за одну станцию. Таким образом, для компаний, занимающихся внедрением МПЦ на станции, актуальным становится вопрос разработки собственной МПЦ, на основе готовых блоков российского производства. Это позволит сократить общее время от получения заказа до сдачи объекта и уменьшить внешние затраты компании.

Разработка ведется в рамках сотрудничества с ООО «Сектор», одного из разработчиков МПЦ 2.

1. **Конструкторская часть**

В данной главе представлена структура системы МПЦ «Поливид», описаны ее технические и функциональные особенности.

2. 1. **Структура системы МПЦ «Поливид»**

МПЦ строится по трехуровневой структуре (рисунок 2.1). Верхним уровнем являются автоматизированные рабочие места дежурного по станции и дежурного электромеханика. Ко второму уровню относится комплекс технических средств управления и контроля (КТС УК). Комплекс состоит из источников питания, контроллеров, плат контроля и управления, представляет собой управляющий вычислительный комплекс (УВК). Третий уровень включает исполнительные схемы, построенные на синтезе микроэлектронной аппаратуры и исполнительных схем релейной централизации. Выполнение функций, обеспечивающих безопасность движения, возлагается на минимальное число реле 1 класса надежности, а также на специальные меры аппаратного и программного характера.



Рисунок 2.1 – структура МПЦ «Поливид»

Безопасность движения обеспечивается, как уже отмечалось, использованием реле 1 класса надежности, а также специальными мерами аппаратного и программного характера. К аппаратным мерам безопасности относится применение трех одинаковых процессорных модулей, работающих по схеме 2 из 3. Это означает, что как минимум два вычислительных канала должны выдавать одинаковые результаты. В противном случае, фиксируется сбой, система продолжает работать в штатном режиме на 2-х процессорных модулях, дежурный по станции заменяет поврежденный модуль без остановки работы системы.

К программным мерам безопасности относятся:

* применение безопасного программного обеспечения;
* логирование событий;
* использование ответственных команд.

В деятельности дежурного при работе с МПЦ можно выделить два режима: основной и вспомогательный. В первом режиме реализуются функции контроля состояния станционных устройств и управления объектами (стрелками, сигналами и др.) с обеспечением всех условий безопасности.

Во втором режиме (вспомогательном) можно управлять устройствами СЦБ при нарушениях их нормального функционирования. Это относится к использованию пригласительных сигналов, вспомогательному переводу стрелок, аварийной смене направления на однопутном перегоне, искусственному размыканию секций маршрута, вспомогательному режиму открытия переезда. С учетом того, что пользование перечисленными ответственными командами небезопасно, в АРМ реализованы следующие принципы:

* построение пользовательского интерфейса, исключающее случайную передачу ответственных команд за счет меню вложенной системы;
* сбор, обработку и хранение информации о состоянии объектов ЭЦ (положение стрелок, сигналов и путевых объектов);
* передачу этой информации на автоматизированное рабочее место ДСП и другие АРМы по локальной вычислительной сети;
* логирование действий диспетчера;
* сопряжение с системами ДЦ.

В системе реализуется программное маршрутное и индивидуальное управление стрелками. Кроме того, обеспечивается возможность автоматической установки маршрутов на предстоящий период (при согласии ДСП) с выдачей речевых сообщений в случаях недопустимых отклонений и нарушений работы устройств.

* 1. **Структура ПО системы МПЦ «Поливид»**

В дипломном проекте рассматриваются два связанных между собой программных продукта, система МПЦ для станции «примерная», разработанная в первую очередь в рекламных целях, и комплекс программ САПР для автоматизированного проектирования системы МПЦ. Разработанная тестовая МПЦ содержит ядро, интерфейсы обмена данными с внешними устройствами, техническое приложение ТП (содержит технические алгоритмы), АРМы диспетчера и электромеханика. Самая объемная и ответственная задача – разработка ТП, для тестовой МПЦ техническое приложение разработано вручную. Разрабатываемый комплекс программ САПР предназначен для автоматической генерации ТП.

На рисунке 2.2 представлена общая структура программного обеспечения МПЦ «Поливид».

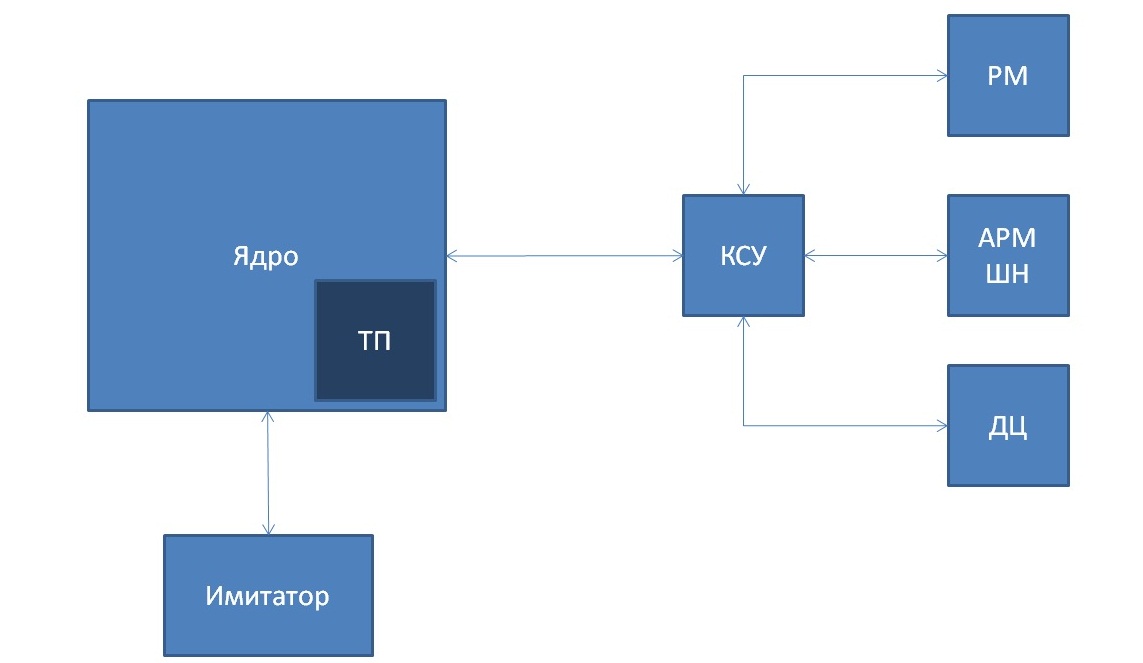


Рисунок 2.2 – структура ПО МПЦ «Поливид»

Центром системы является ядро станции, алгоритмический функционал реализован посредством технического приложения (ТП) станции. Ядро циклически обменивается данными с имитатором (программа обеспечивающая имитацию состояний элементов станции) и КСУ (контрольно-сопрягающее устройство). КСУ выполняет функцию обмена данными между ядром и вспомогательными устройствами – РМ, АРМ ШН (рабочее место диспетчера и электромеханика, предназначены для ручного управления станцией и мониторинга работы напольного оборудования), ДЦ (дата центр, собирает общую информацию по станции в единое хранилище данных, отвечает за несколько независимых станций).

* + 1. **Формат хранения данных станции**

Для представления данных станции выбран формат XML. Этот формат универсален, удобен для модификаций и полностью поддерживается большинством современных языков программирования. На рисунке 2.3 представлена схема хранимых данных по станции.

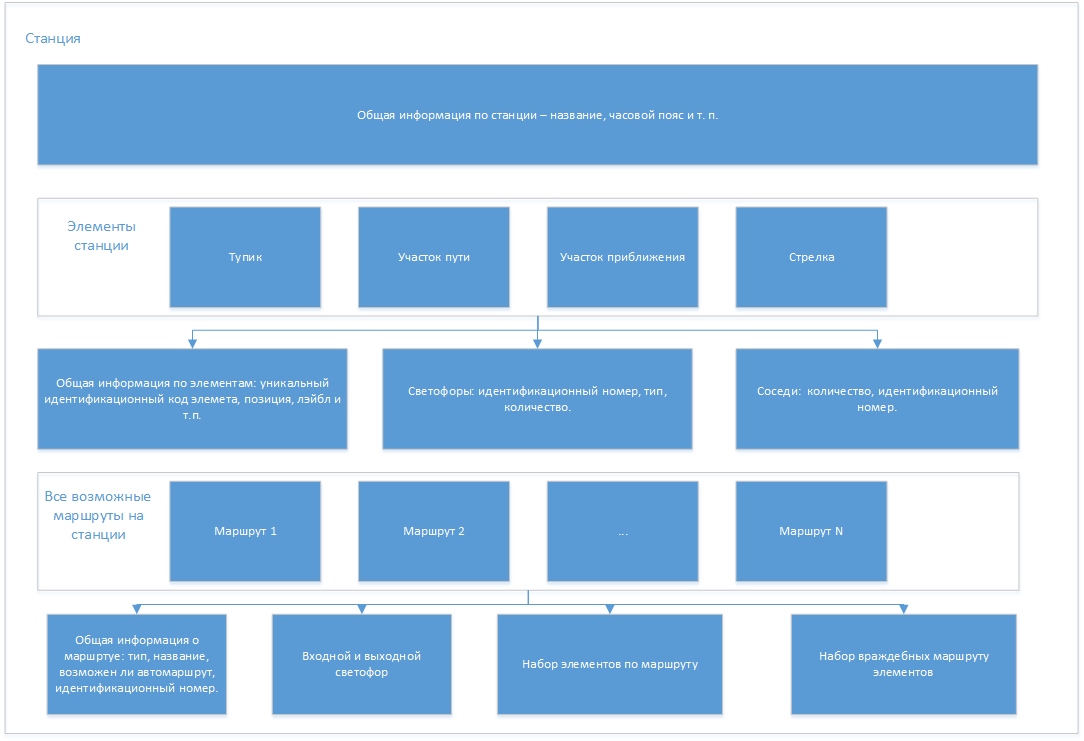


Рисунок 2.3 – схема хранимых данных станции

Файл станции хранит в себе набор элементов (тупик, участок пути, участок приближения, стрелка) и общую информацию по станции, необходимую в основном для корректного отображения в РМ и иммитаторе. Каждый элемент содержит информацию о своих соседях и о светофорах (если они имеются на данном участке). Информацию о соседях необходимо хранить для контроля соседних участков при выполнении небезопасных команд (например, искусственное размыкание секции в заданном маршруте).

В отдельном файле формата XML хранится информация о всех возможных маршрутах. Каждый маршрут содержит входной и выходной светофор, тип маршрута (маневровый или поездной), набор маршрутных элементов, набор элементов враждебных маршруту.

Техническое приложение станции не работает напрямую с XML файлами. Реализована программа – генератор кода по этим файлам, таким образом обеспечивается требование к безопасности работы системы (алгоритмы работы невозможно модифицировать без перекомпиляции исходных кодов).

* + 1. **Протокол обмена данными внутри станции**

Техническое приложение циклически обменивается данными с РМ и иммитатором. Формат обмена – побитовые массивы. На рисунке 2.4 схематически изображено взаимодействие ядра системы с напольным оборудованием и устройствами диспетчерского контроля.

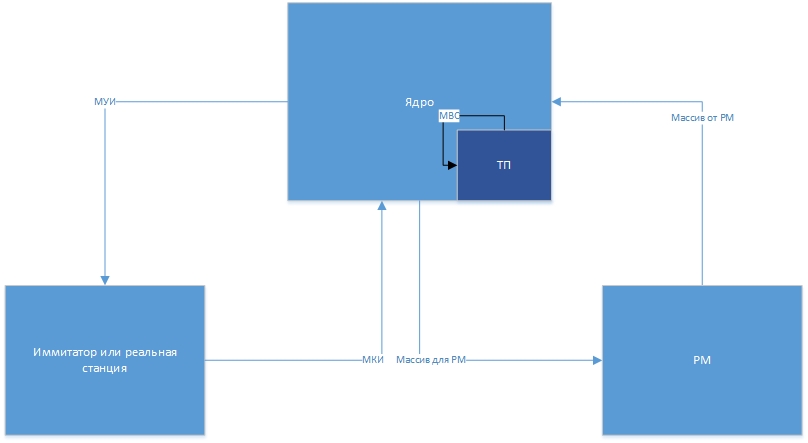


Рисунок 2.4 – схема взаимодействия между элементами системы МПЦ «Поливид»

При инициализации технического приложения каждому элементу раздается свой набор битов (16 или 32 бита в зависимости от типа элемента). Имеется 3 основных вида массивов – массив управляющей информации (МУИ), массив контрольной информации (МКИ), массив внутренних состояний (МВС). В массиве МКИ содержится информация о состоянии элементов на станции. МВС формируется на основе МКИ и предназначен для резервного хранения состояний, на случай потери связи с полем. Массив МУИ содержит информацию по управлению станцией.

К примеру, от РМ поступает команда перевода стрелки (в массиве от РМ). Если перевод возможен, в массив МУИ записывается соответствующий бит противоположного положения стрелки. Через определенное количество циклов проверяется состояние массива МКИ – если стрелка поменяла свое положение, в массив к РМ отправляется сообщение с успешным выполнением операции, иначе сообщение с ошибкой. Таким образом, в МКИ содержится вся информация по контролю за станцией, а в МУИ по управлению.

2. 2. **Особенности реализации технических алгоритмов**

В данном разделе представлены два подхода к формированию алгоритмической базы (разработке ТП) – ручное и автоматизированное кодирование алгоритмов с помощью разрабатываемого комплекса программ САПР.

* + 1. **Ручное кодирование алгоритмов**

Программное обеспечение спроектировано по принципу модульности. Это позволяет, нормируя и собирая модули на нижнем уровне, создавать более сложную систему на базе уже созданных модулей, где каждый модуль – класс элемента станции железнодорожного транспорта. Такой подход позволяет упростить и снизить расходы на доказательство правильности модулей ПО. Работа модулей основывается только на входных и выходных значениях, что позволяет создавать ПО с более высоким уровнем безопасности за счёт минимизации числа допускаемых ошибок.

Из описанных простых модулей происходит кодирование непосредственно технических алгоритмов.

Механизм обработки значений происходит по событиям. Событием называется любое изменение выходных значений любого из массивов данных. По такому событию обрабатываются все подключённые входы к событийному выходу, и по волновому принципу происходит установка всех значений.

Ниже на рисунке 2.5 приведена блок – схема алгоритма задания маршрута.

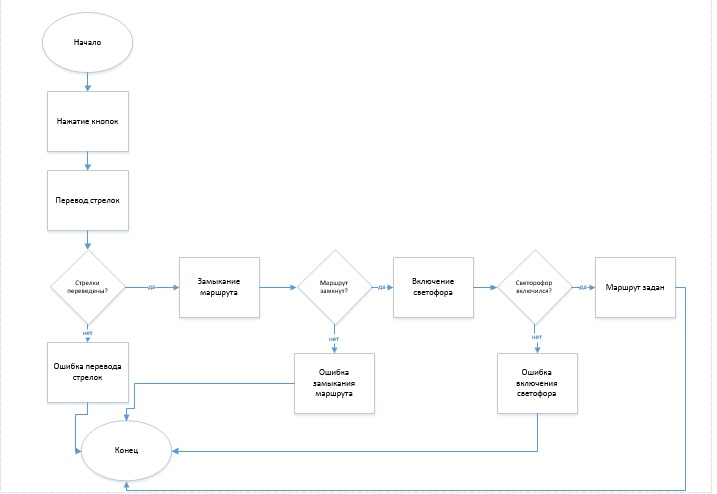


Рисунок 2.5 – алгоритм задания маршрута

Программисту нет необходимости заботится о том, какие реле нужно включать или выключать, это кодируется единожды в классе соответствующего элемента.

Несмотря на все преимущества и модульность системы, на кодирование алгоритмов уходит много времени и это время сильно зависит от размера станции, к тому же система получилась плохоотлаживаемой ввиду большого количества алгоритмов и как следствие большого числа строк кода. Учитывая, что все алгоритмы работы станций железнодорожного транспорта определены по ГОСТ, возникла идея генерировать библиотеку технического приложения автоматически, используя блочную модель станции.

* + 1. **Автоматизированное кодирование алгоритмов**

В основе идеи автоматической генерации библиотеки ТП станции лежит БМРЦ (блочная маршрутно – релейная централизация).

БМРЦ представляет собой систему с центральными зависимостями и центральным питанием. В ней использован маршрутный принцип управления стрелками и сигналами, т. е. маршрут любой сложности задается нажатием кнопок начала и конца. Стрелки автоматически переводятся по трассе маршрута, и открывается сигнал при выполнении всех условий, обеспечивающих безопасность движения поездов. Размыкание маршрутов посекционное. Схемы наборной и исполнительной групп реле монтируются отдельно в разных типах блоков и размещаются на одних и тех же стативах, что сокращает затраты монтажного провода и внутрипостового кабеля. Блоки устанавливаются в соответствии с функциональной схемой размещения их по плану станции и соединяются между собой типовыми цепями.

Наборная группа реле БМРЦ (рисунок 2.6) выполняет следующие функции:

* фиксирует и запоминает действия ДСП (нажатие кнопок) при задании и отмене маршрута, искусственной разделке и т. п.;
* обеспечивает в соответствии с набираемым маршрутом перевод стрелок;
* определяет категорию и направление маршрута.

Для выполнения этих задач в БМРЦ используются 8 типов блоков маршрутного набора.

Рассмотрим принцип установки кнопок и блоков, а также действия ДСП при установке маршрутов для следующей станции (рисунок 2.6).

Для поездных светофоров, не имеющих маневровых показаний, устанавливаются только поездные кнопки (см. на рис. 2.6 сигналы Ч и ЧД). Для всех маневровых сигналов в горловине станции устанавливается по одной кнопке, а для маневровых светофоров с путей, на которые есть маршруты приема, устанавливаются маневровая кнопка и поездная кнопка для определения конца маршрута приема на этот путь. Для поездных сигналов, совмещенных с маневровыми, также устанавливается по две кнопки – поездная и маневровая. Поездные кнопки устанавливаются в междупутье, а маневровые – на оси пути. Задание основных поездных маршрутов производится нажатием начальной и конечной поездных кнопок. Например, прием по сигналу Ч на 3п: последовательно нажимаются кнопки ЧК и поездная кнопка на третьем пути. Задание основных маневровых маршрутов также производится последовательным нажатием начальной и конечной маневровых кнопок. Например, при задании маршрута от сигнала М4 на Iп нажимаются кнопки М4К и маневровая кнопка НIК. Задание вариантных маршрутов производится последовательным нажатием начальной, промежуточных кнопок маневровых светофоров по трассе мар- шрута и конечной кнопки. Например, при задании вариантного маршрута от сигнала М4 на Iп нажимаются кнопки М4К, М10К или М12К и маневровая кнопка НIК.

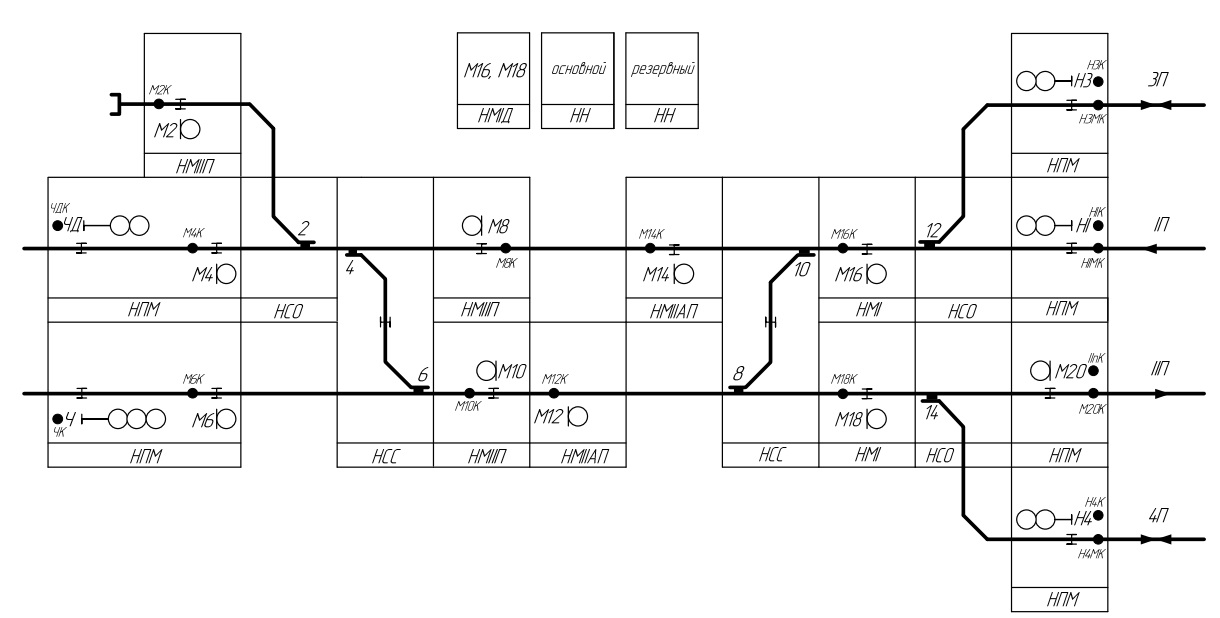


Рисунок 2.6 – расстановка блоков наборной группы БМРЦ для примерной станции

Исполнительная группа реле (рисунок 2.7) выполняет функции установки, замыкания и размыкания маршрутов. Каждый узел путевого развития станции (светофор, стрелка, участок пути) имеет свой специализированный блок. Всего в исполнительной группе 12 разных типов блоков. [5]

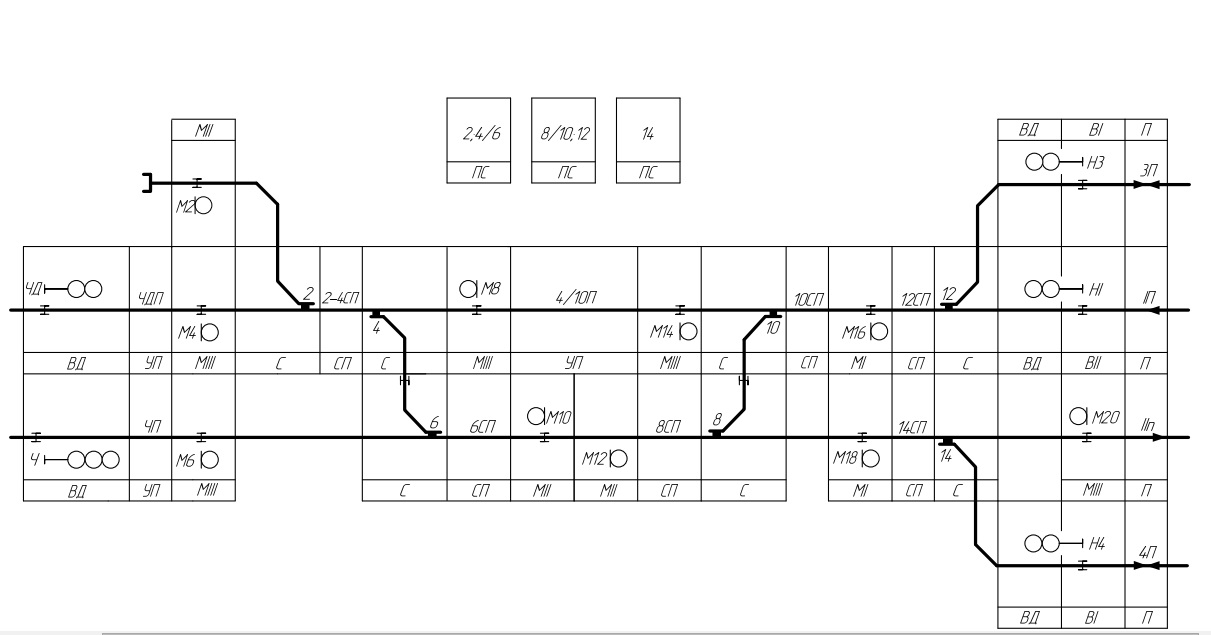


Рисунок 2.7 – расстановка блоков исполнительнйо группы БМРЦ для примерной станции

В основе всех станций более 10 стрелок лежит БМРЦ, таким образом БМРЦ - это неотъемлемая часть проектирования станций железнодорожного транспорта.

Комплекс программ САПР для проектирования МПЦ содержит программы для проектирования отдельного блока БМРЦ, проектирования наборной и исполнительной групп реле на основе этих блоков, техническое приложение. На рисунке 2.8 схематично изображено взаимодействие этих программ.

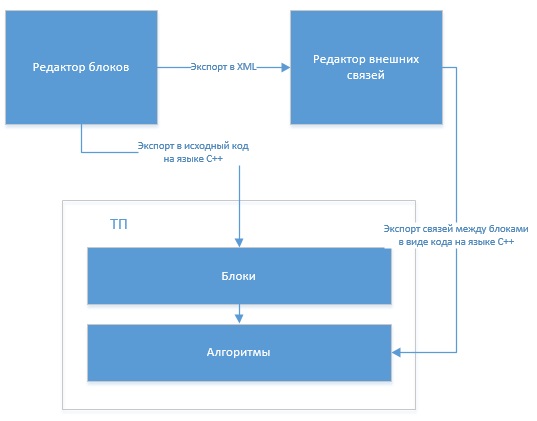


Рисунок 2.8 – схема автоматизированного кодирования алгоритмов

Система работает следующим образом. Проектировщики станции разрабатывают отдельные блоки в программе - редакторе блоков. После этого полученные блоки экспортируются в ТП в виде исходного кода как класс и в программу - редактор внешних связей. В редакторе внешних связей проектировщики проектируют наборную и исполнительную релейную группу БМРЦ, согласно схем – плану станции. Далее полученная БМРЦ экспортируется в ТП в виде исходного кода на языке С++. В итоге техническое приложение отрабатывает поступающие команды согласно спроектированной блочной модели. Рассмотрим на примере: от диспетчера, или в автоматическом режиме поступает определенная команда, например «1234». В ТП эта команда преобразуется в «Поездной маршрут от светофора Ч2 за светофор НДП». Соответствующий блок встает под ток и задействует другие блоки, связанные с ним. Таким образом, за несколько циклов состояние ТП стабилизируется – маршрут задан.

Итого, имея блочную схему станции, а также схемы всех сопутствующих блоков, можно в автоматическом режиме сгенерировать алгоритмическую базу для ядра станции. Тогда построение станции существенно упрощается, работа программистов сводится к минимуму – основная задача ложиться только на проектировщиков, по созданию блочной модели станции и моделей самих блоков.

2. 2. **Особенности реализации технического приложения МПЦ**

Как уже было сказано в пункте 2.2 система имеет две реализации технического приложения – ручное кодирование и автоматизированная генерация. В обоих случаях ТП представляет собой динамическую библиотеку dll. Язык программирования С++, среда программирования Microsoft Visual Studio 2010. Ниже представлены особенности каждого подхода.

* + 1. **Ручное кодирование ТП**

На рисунке 2.9 изображена объектная модель технического приложения.

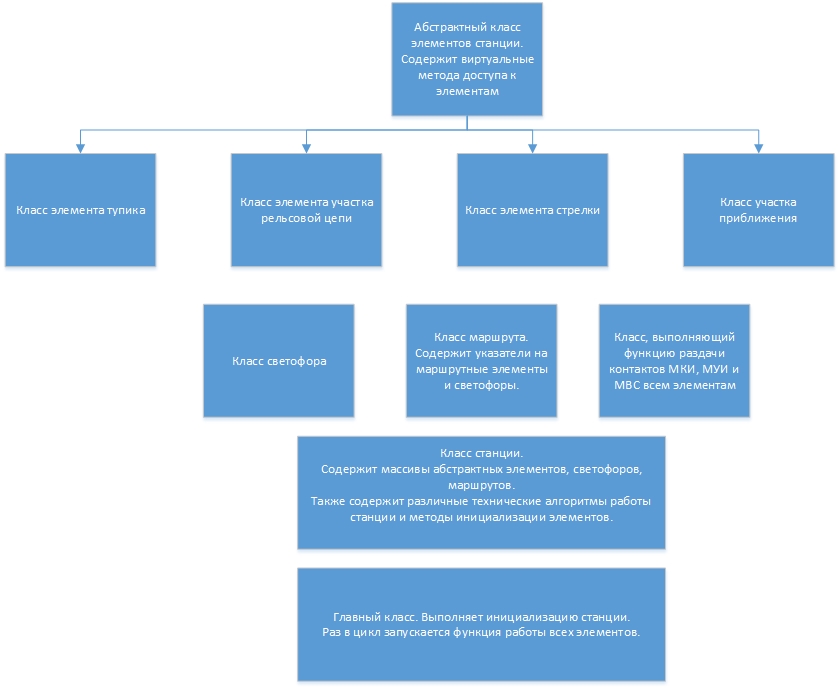


Рисунок 2.9 - объектная модель ТП

Изначально программируются все элементы станции – тупик, участок приближения, участок пути, стрелка и светофор. Так – как первые четыре элемента имеют много схожих методов и параметров, целесообразно организовать наследование от абстрактного класса и реализовать виртуальные методы. После чего реализуется класс маршрута, который содержит общую маршрутную информацию, начальный и конечный светофоры, список маршрутных элементов и список враждебных маршрутных элементов. Все элементы хранятся как указатели, поэтому важно изначально проводить инициализацию элементов, а после маршрутов.

Еще один важный класс – класс расстановки контактов МКИ, МУИ и МВС всем элементам. Благодаря контактам, ТП знает какой элемент в программе соответствует элементу на поле. Сам контакт – это переменная типа bool. К примеру, стрелка всегда имеет два контакта: положение левое и положение правое. Если оба контакта равны 0 или 1 – значит стрелка неисправна, или не может перевестись по каким - то причинам (попал камень в стрелочный механизм).

В классе станции содержатся все технические алгоритмы работы МПЦ, а также массивы всех элементов и маршрутов и методы их инициализации. При создании класса станции происходит инициализация станции – создаются элементы, раздаются контакты, создаются маршруты. Так как правила безопасности запрещают использование сторонних файлов, написан генератор кода для инициализации элементов и маршрутов из соответствующих xml файлов.

В главном классе ТП происходит создание объекта станции и выполняется единственная функция Live(), которая содержит вызовы всех технических алгоритмов станции. Эта функция имеет параметрами массивы от РМ, к РМ, МКИ, МУИ и является доступной для ядра МПЦ. Раз в цикл (время можно варьировать, установлено 0.25 секунды) ядро вызывает эту функцию, передавая полученные извне массивы информации. Таким образом, циклически, ТП получает команды от РМ, если команду можно выполнить заполняет соответствующим образом массив МУИ, ожидает изменений в массиве МКИ, отправляет сообщение об успехе операции к РМ. Для диагностики всех элементов станции ТП руководствуется массивом МКИ, поэтому он является неизменяемым.

2. 4. 2. **Автоматизированная генерация ТП**

Как уже говорилось в пункте 2.3.2, в основе автоматической генерации ТП лежит БМРЦ. На данный момент механизм автоматической генерации ТП находится в разработке, поэтому описанная ниже структура не окончательна.

Комплекс программ САПР для автоматической генерации ТП содержит две программы: редактор блоков и редактор внешних связей. Обе написаны на Qt 5.2.1, имеют схожий интерфейс. В редакторе блоков проектировщиками создаются блоки для наборной и исполнительной релейных групп БМРЦ. После создания блок может быть экспортирован в двух режимах: для последующего использования в редакторе внешних связей и в виде исходного кода для ТП. Для построения блока необходимы следующие инструменты:

1. Соединительные точки
2. Плюсовые и минусовые полюса
3. Реле
4. Блочные кнопки

Каждый элемент должен содержать имя, иметь возможность вращения относительно своего центра, отражения относительно горизонтали и вертикали.

В редакторе внешних блоков на основе заранее спроектированных блоков проектировщиками создаются непосредственно наборная и исполнительная релейные группы БМРЦ. После чего БМРЦ экспортируется в виде исходного кода в ТП.

Рассмотрим структуру автоматически сгенерированного ТП (рисунок 2.10).

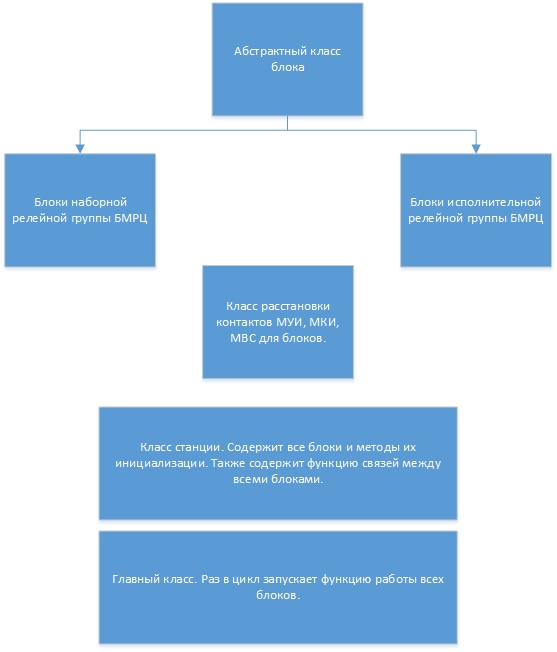


Рисунок 2.10 – структура автоматически сгенерированного ТП

Автоматически сгенерированные классы всех блоков являются наследниками абстрактного блока и переопределяют его методы. Релейный блок представляет собой множество контактов, связанных между собой реле. Таким образом, каждый блок в программе содержит функцию, отвечающую за значение отдельного контакта.

Класс расстановки порядковых номеров контактов МКИ, МУИ и МВС работает аналогично схожему классу, описанному в пункте 2.4.1. Благодаря этому классу, ТП знает какой элемент в программе соответствует элементу на поле.

Класс станции содержит массивы блоков наборной и исполнительной групп и связи между блоками.

В главном классе ТП, так же как и при ручном кодировании, создается объект станции и выполняется единственная функция Live(), которая вызывается раз в цикл и имеет параметрами массивы от РМ, к РМ, МКИ, МУИ. Ядро вызывает эту функцию, передавая полученные извне массивы информации. Таким образом, циклически, ТП получает команды от РМ, преобразовывает их, имитирует нажатие кнопки на модели БМРЦ, ожидает несколько циклов устойчивого состояния системы (все блоки в цепи переключили свои реле), если команду можно выполнить заполняет соответствующим образом массив МУИ, ожидает изменений в массиве МКИ, отправляет сообщение об успехе операции к РМ.

2. 2. **Функциональные особенности МПЦ «Поливид»**

В основе работы всей системы лежит цикличность. Необходимость циклического обновления вытекает из требований к безопасности функционирования создаваемой централизации. При отсутствии циклического обновления система не может гарантировать полную обработку и завершённость всего процесса. Выполнение данного требования осуществляется за счёт полного циклического прохода, независимости от числа событий, конечности и требуемого малого числа обрабатываемых значений. Такая платформа позволила отойти от ограничений событий, что упрощает и повышает достоверность доказательства правильности функционирования системы.

Основой понятия цикличности в отношении разрабатываемого ПО является утверждение, заключающееся в том, что каждая ячейка памяти организовывается так, что она помнит своё значение в предыдущем такте и отдельно хранит вычисленное в этом такте значение. По завершению прохода глобального цикла происходит запись значений из новых вычисленных значений в область прошлого такта и организовывается новый цикл.

Скорость и оптимизация являются понятиями, которые граничат с логированием и контролем. Так есть функции, выполняющие логику работы всей системы, а также функции, которые выполняют контроль и логирование ситуации. Необходимо уделять время и тем, и другим. Понятно, что для большего контроля ситуации и его подробного описания нужно расширить работу последних, а для более быстрого прохода основного цикла - первых. И из такого вывода делается заключение, что для испытательных и отладочных целей необходимо производить более подробные логирование и контроль в силу отсутствия реального времени.

Предназначение процесса логирования - это формирование информации о проходящем процессе для того, чтобы можно было в будущем анализировать произошедшую ситуацию. Он необходим как на стадии разработки ПО, так и в конечной эксплуатации.

Экспертная оценка, и тестирования на малых решениях, показали, что, для полноценной работы хватает процессора с частотой от 100 МГц.

Контроль информации осуществляется различными методами и полностью определяется построением базовых классов. В это входит кодирование информации, что определяется интерфейсами обмена информации между объектами. Также сюда относится контроль контрольных сумм блоков памяти по событиям прерываний. Эти и другие методы легко вписываются в модульный принцип построения ПО системы и их реализация и осуществление зависят от требований и результатов этапов разработки.

Система МПЦ построена с условием обязательного выполнения всех функции, предусмотренных по ГОСТ.

Все центральные зависимости логики централизации и алгоритмы её функционирования реализуются на 3 процессорных ядрах, два из которых выполняют параллельно одинаковые управляющие программы МПЦ на основе операционной системы реального времени с проверкой исполнения команд и оснащенных средствами внутренней самодиагностики, что позволяет выявить выход из строя элементов МПЦ или сбой в программе и привести дискретные выходы и напольные устройства в безопасное состояние. Третий процессор находится в горячем резерве.

# Список использованных источников

1. Г. А. Казимов, В. Н. Алешин “Микропроцессорная система централизации стрелок и сигналов EBILOCK 950”, Москва, 2008, “Трансиздат”.
2. Л. Н. Павлов, А. В. Орехов “Российские микропроцессорные системы на железнодорожном транспорте”, журнал “наука и транспорт”, 2007, выпуск 2, стр. 40-45.
3. С. Процтнер, Ю. С. Смагин “Система микропроцессорной централизации МПЦ-М3-Ф”, журнал “железные дороги мира”, 2010, выпуск 10, стр. 56-60.
4. TransportBasis (электронный ресурс). Официальный веб – сайт. (Дата обращения – 07 апреля 2015). URL: <http://www.transportbasis.ru/baits-65-1.html>
5. Ш. К. Валиев, Р. Ш. Валиев “Изучение и исследование схем блочной маршрутно – релейной централизации”, Екатеринбург, 2009, “УрГУПС”.