

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА»**

Кафедра автоматики, телемеханики и связи

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ «НЕМАН»

Пособие по учебной дисциплине «Диспетчерская централизация»

Гомель 2024

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра автоматики, телемеханики и связи

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ «НЕМАН»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности
для студентов по специальности 1-37 02 04
«Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспор-
те» специализации 1-37 02 04 01 «Автоматика и телемеханика» и специ-
альности 6-05-0715-09 «Системы обеспечения движения поездов» профи-
лизации «Автоматика и телемеханика», в качестве пособия
по учебной дисциплине «Диспетчерская централизация»*

Гомель 2024

УДК 656.256.3(075.8)
ББК 39.275
Д48

Авторы: *Ф. Е. Сатырев, В. И. Шумский, А. В. Щерба, В. В. Сапожков.*

Рецензенты: начальник службы сигнализации и связи Белорусской железной дороги *Г. М. Атрохов*;
кафедра нефтегазозаботки и гидропневмоавтоматики (зав. кафедрой – д-р техн. наук, профессор *А. Б. Невзорова*) ГГТУ им. П. О. Сухого.

Диспетчерская централизация «Неман» : пособие по учебной дисциплине «Диспетчерская централизация» / Ф. Е. Сатырев [и др.] ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2024. – 183 с.
ISBN 978-985-891-166-9

Рассмотрены вопросы построения программно-аппаратного комплекса ДЦ «Неман», представлены концепция обобщенной структуры центрального поста, линейного комплекта и практической реализации системы диспетчерской централизации «Неман» и её отдельных компонентов, структура аппаратуры центрального поста и линейного комплекта. Приведены принципиальные схемы блоков сопряжения, телеуправления, телесигнализации и телеизмерения, а также их увязка с блоком сопряжения. Рассмотрены схемные решения по увязке аппаратуры линейного комплекта ДЦ «Неман» с устройствами электрической централизации станции.

Предназначено для студентов специальности 1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» специализации 1-37 02 04 01 «Автоматика и телемеханика» и специальности 6-05-0715-09 «Системы обеспечения движения поездов» профилизации «Автоматика и телемеханика».

УДК 656.256.3(075.8)
ББК 39.275

ISBN 978-985-891-166-9

© Оформление. БелГУТ, 2024

ВВЕДЕНИЕ

Экономика любого государства не может успешно функционировать без развитой транспортной системы. В Республике Беларусь железная дорога по-прежнему остаётся основным видом транспорта для перевозки массовых грузов, реализации экономических взаимосвязей между регионами. В сопоставлении с другими видами транспорта железнодорожный является наиболее конкурентоспособным и доступным. Железная дорога при внешней своей простоте является сложнейшим механизмом, состоящим из множества звеньев единого технологического процесса, направленного на удовлетворение потребностей в перевозках пассажиров и грузов, и как любой механизм нуждается в обслуживании и управлении со стороны человека. Основной задачей управления технологическим процессом на железнодорожном транспорте является организация перевозочного процесса при безусловном обеспечении безопасности движения и эффективном использовании технических средств. В современных условиях возросли требования к качеству транспортной работы; научно-методическому уровню разработки технологических процессов; графику движения поездов; организационному, информационному и математическому обеспечению перевозочного процесса [1]. В настоящее время на Белорусской железной дороге проводятся меры по повышению скорости движения грузовых и пассажирских поездов; совершенствованию конструкций пути, подвижного состава; разработке и использованию новых систем автоматизированного управления технологическими процессами, созданию автоматизированных рабочих мест (АРМ) персонала на различных уровнях управления. Один из наиболее эффективных способов повышения производительности железнодорожного транспорта – это повышение оперативности и качества управления перевозочным процессом на базе создания центра управления перевозками (ЦУП). Создание такого центра обеспечит повышение оперативности и качества воздействия на перевозочный процесс и, как результат, экономию всех видов ресурсов (подвижной состав, электроэнергия, топливо и др.); своевременное, полное и качественное удовлетворение заявок на транспортные услуги; сокращение продолжительности каждого этапа управления; повышение до-

стоверности и полноты информации, используемой для планирования эксплуатационной работы, а также ускорение самого процесса планирования; сокращение контингента за счет укрупнения объектов управления и устранения промежуточных звеньев; улучшение условий труда оперативно-диспетчерского персонала. Основой создания технической и технологической базы центра управления эксплуатационной работой являются системы диспетчерской централизации нового поколения на микропроцессорной основе, системы передачи данных и автоматизированные информационные технологии эксплуатационной работы, которые связаны технически и технологически. Эксплуатируемые до настоящего времени системы диспетчерской централизации «Нева», «Минск», «Луч» и др. подверглись значительному физическому износу, морально устарели, не обеспечивают полноту информации, соответствующей современным требованиям к диспетчерскому контролю, и не могут быть использованы при построении комплексных автоматизированных систем управления перевозочным процессом. Принципиально изменить работу диспетчерского аппарата по управлению перевозочным процессом может применение аппаратно-программных, комплексных систем автоматизации, контроля и управления на железнодорожном транспорте. Основными требованиями, которым должны удовлетворять такие системы, являются создание динамической модели поездного положения и единой глобальной сети передачи данных, обеспечение необходимой оперативной информацией заинтересованных работников всех уровней, постоянный контроль за работой технических средств, а также диагностика устройств и их параметров. Автоматизация контроля параметров технических средств, своевременное определение их предотказного состояния создаст базу для перехода к современной стратегии обслуживания устройств, автоматизации технологических процессов. Совершенствование диспетчерского управления, внедрение современных устройств диспетчерской централизации за состоянием средств СЦБ, электроснабжения, КТСМ улучшат натуральные показатели работы диспетчерских кругов, что соответственно приведет к снижению эксплуатационных расходов и повышению качественных показателей работы железной дороги.

1 ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ «НЕМАН»

1.1 Назначение системы

Отечественный и зарубежный опыт разработки систем ДЦ показал, что расширение функциональных возможностей достигается использованием современных компьютеров. При этом в компьютерах реализуются не только функции автоматизированного рабочего места поездного диспетчера (АРМ-ДНЦ), но и функции приема, дешифрации, обработки, отображения информации о состоянии объектов автоматики на станциях, а также формирование управляющих и приема известительных команд.

Диспетчерская централизация – это система телемеханики и вычислительной техники для централизованного диспетчерского управления стрелками, сигналами и другими объектами станций диспетчерского участка [2].

Диспетчерская централизация «Неман» имеет аппаратные отличия от получивших распространение на Белорусской железной дороге систем «Нева», «Минск» и «Луч» и не имеет ограничений для применения: железнодорожные узлы и участки железных дорог при однопутном и многопутном движении поездов с автономной и электрической тягой.

В рамках работ по оптимизации структуры оперативного управления перевозочным процессом, внедрению на железной дороге современных информационных технологий, эффективному использованию энергетических ресурсов, снижению себестоимости перевозок, а также рациональному использованию кадрового потенциала дороги Конструкторско-технический центр на протяжении нескольких лет внедряет на полигоне дороги ДЦ «Неман».

Система ДЦ «Неман» (далее ДЦ) – это комплекс технических и программных средств, обеспечивающих удалённый контроль и управление устройствами СЦБ (станционной централизации и автоблокировки).

Удалённый контроль состояния устройств СЦБ в реальном времени позволяет оперативному персоналу, участвующему в организации перевозочного процесса, оценивать объективную поездную обстановку, а удалённое управление устройствами СЦБ обеспечивает централизованное управление станциями полигона ДЦ (управление стрелками, сигналами, вспомогательными объектами).

В рамках полигона ДЦ контроль и управление может осуществляться с любого оборудованного рабочего места, заданными станциями полигона.

В полигон ДЦ могут входить станции и участки, оборудованные системами ДЦ предыдущих поколений, а именно «Нева», «Минск», «Луч». При этом функциональные ограничения, характерные этим системам, снимаются

(центральные посты этих систем демонтируются, а линейная часть остаётся).

Системы предыдущих поколений ориентированы на конкретные диспетчерские участки, то есть одна система – один участок ДЦ. Представление станций другому оперативному персоналу либо перераспределение станций между ДНЦ не представлялось возможным.

ДЦ «Неман» – это единый полигон, где любой оперативный персонал может просматривать заданное подмножество станций, а также управлять ими при конфигурировании соответствующих полномочий.

Например, на Белорусской железной дороге развивается технология «опорных станций», то есть с какой-либо станции в дневное время осуществляется управление ближайшими станциями, а в ночное время эти станции передаются поезвному диспетчеру. На полигоне Эстонской железной дороги реализована возможность диспетчерского управления станциями участка со станций участка.

Система «ДЦ Неман» имеет закрытые (защищённые) и открытые сегменты, между которыми устанавливаются специальные шлюзы, исключаящие несанкционированный обмен данными.

В закрытых сегментах размещается персонал и оборудование, причастное к формированию и исполнению управляющих приказов. Большая часть оборудования закрытых сегментов сети имеет «горячее» резервирование, что обеспечивает бесперебойную работу при выходе из строя отдельных устройств.

Открытые сегменты сети ДЦ ориентированы на пользователей, не имеющих права управления. В качестве среды передачи данных в этом сегменте используется корпоративная вычислительная сеть, система передачи данных (СПД).

В рамках автоматизации процесса организации перевозок, ДЦ взаимодействует с другими системами, а также непосредственно с персоналом.

Системы нижнего уровня – это системы релейной электрической централизации, микропроцессорной централизации (ЭЦ, МПЦ) и системы управления движением на перегонах (АБ, ПАБ), системы переездной автоматики. Они являются первичным источником объективных данных и приёмником управляющих приказов.

Системы верхнего уровня – это ГИД, АУДП, ТДМ.

– система графика исполненного движения (ГИД) на основании данных ДЦ, а также сведений с других информационных автоматизированных систем и оперативного персонала формирует график исполненного движения поездов, являющийся неотъемлемой частью организации процесса перевозок;

– система автоматического управления движением поездов (АУДП) в соответствии с планом движения поездов и фактическим графиком испол-

ненного движения поездов осуществляет автоматическую отправку приказов на установку маршрутов пропуска поездов по станциям, переданным на автоматическое управление;

– системы технической диагностики и мониторинга (ТДМ), ДЦ является одним из источников данных. Задача ТДМ – обнаружение неисправностей и предварительных отказов устройств СЦБ.

Персонал является конечным потребителем данных, представленных в адаптивной графической форме, а также источником управляющих приказов.

Основной оперативный персонал – это поездной диспетчер (ДНЦ), дежурный по станции (ДСП), поездной диспетчер узла (ДНЦУ), дежурный по отделению (ДНЦО), вагонный распределитель (диспетчер) (ДНЦВ), локомотивный диспетчер (ДНЦЛ), ведущий инженер отделения дороги по перевозкам (НОДИ), электромеханик дистанции сигнализации и связи (ШН), старший электромеханик дистанции сигнализации и связи (ШНС), диспетчер дистанции сигнализации и связи (ШЧД), диспетчер дистанции энергообеспечения (ЭЧЦ).

Для обмена данными с каждой системы разработаны технические решения по их безопасной увязке с ДЦ. Технические решения включают в себя структурные схемы, регламенты и протоколы взаимодействия, схемы каналов обмена данными, формат обмена данными.

Для каждого рабочего места либо группы рабочих мест персонала, проектируются графические формы представления данных.

На каждом рабочем месте персонала помимо системы ДЦ, как правило, устанавливаются другие системы, необходимые для выполнения целевых функций персонала. Пример организации типового рабочего места ДНЦ в ЦУП представлен на рисунке 1.1.

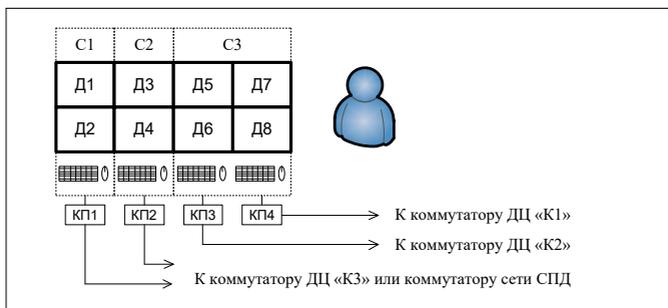


Рисунок 1.1 – Типовое терминальное оборудование ДНЦ линейного участка

Типовой комплект терминального оборудования рабочего места ДНЦ линейного участка состоит из следующих элементов:

- восемь дисплеев (Д1–Д8);
- четыре компьютера (КП1–КП4);

- четыре комплекта устройств ввода (клавиатура, мышь), далее «КМ».
- Рабочее пространство ДНЦ разделено на три сектора (С1–С3):
- сектор 1 (С1 = Д1, Д2, П1, КМ) используется для работы с АУДП, КТСМ, Блокнот руководителя, терминал ИАС ПУР ГП, терминал Буг-2;
- сектор 2 (С2 = Д3, Д4, П2, КМ) используется для работы с ГИД, АУДП, Приложением к ГИД, Журналом диспетчерских приказов;
- сектор 3 (С3 = Д5, Д6, Д7, Д8, П3, П4, КМ, КМ) – интерактивный интерфейс ДЦ «Неман». Это единое рабочее поле, управляемое с любого из двух КМ (через Ethernet по TCP/IP), но при неисправностях каждая его часть (КМ, П2, Д5, Д6 либо КМ, П4, Д7, Д8) является самодостаточной.

Помимо работы с данными в реальном времени ДЦ формирует архивы, в которых фиксируются в хронологическом порядке изменения состояний устройств СЦБ и отправка управляющих приказов оперативным персоналом. Просмотр архивных данных позволяет осуществлять объективное исследование исполнения и организации процесса перевозок, то есть определять ошибки персонала либо неисправности оборудования, повлекшие нарушение процесса перевозок с целью дальнейшего их недопущения.

1.2 Общие технические характеристики

Система ДЦ «Неман» в первую очередь ориентирована:

- для оборудования железнодорожных станций однопутных и многопутных перегонов с любым видом тяги;
- формирования произвольного количества зон контроля и зон управления (например, участков ДНЦ) с произвольным географическим расположением [4, 5];

Имеется опыт применения ДЦ «Неман» для инженерных сооружений. *Оборудован вокзал ст. Минск-Пассажирский. Ориентировочно 1500 объектов контроля и управления (приточная и вытяжная вентиляция, освещение, обогрев залов, расход тепла, температура в залах, дренажные насосы).*

Основные технические данные.

В рамках полигона ДЦ система не имеет технических ограничений на количество:

- станций и перегонов полигона;
- контролируемых/управляемых участков;
- пользователей (персонала);
- контролируемых и управляемых объектов на станции.

Обмен данными в закрытом сегменте сети может осуществляться:

- по волоконно-оптическим линиям связи;
- медным кабельным линиям связи;
- воздушным линиям связи.

Либо с использованием существующих каналов передачи данных:

- по каналам «Ethernet»;

- потокам E1 (интерфейс G703);
- каналам тональной частоты;
- публичным сетям связи с применением криптографической защиты.

Обмен данными в открытом сегменте может осуществляться любым известным способом.

Система имеет специальное оборудование для стыковки с линейным трактом систем ДЦ предыдущих поколений следующих типов:

- ДЦ «Нева»;
- ДЦ «Минск»;
- ДЦ «Луч».

В комплекте системы ДЦ имеются модули сопряжения ТС32М, ТУ16М, ТИ2, ТИ10, обеспечивающие дискретное и аналоговое сопряжение с любыми релейными системами централизации станций и перегонов, а также любыми процессорными системами, имеющими релейный интерфейс.

Сопряжение по последовательным каналам обмена данными («безрелейное» сопряжение) разработано для следующих систем централизации:

- ЭЦ-МПК;
- ЭЦ-ЕМ (МПЦ-2);
- ESA-11-BC;
- Ebilock-950.

Основные технические характеристики системы приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные технические характеристики ДЦ «Неман»

Параметр	Характеристика
Количество ЛПН на участке диспетчерского управления	Не ограничено
Максимальная длина участка ДЦ	Не ограничено
Общая емкость системы по контролю и управлению	Не ограничено
Емкость системы: – блок ТУ16М – блок ТС32М – блок Ц32М – количество блоков Ц32М	16 объектов управления 32 объекта контроля 32 блока ТУ/ТС Не ограничено
Используемые каналы передачи данных	Выделенная линия канала ТЧ. Оптическое волокно. Канал Ethernet. Поток E1
Поддерживаемые Ethernet сетевые протоколы	TCP/IP, UDP, IPX
Поддерживаемые операционные системы для функционирования ПО	Linux, семейства Debian выше 6.0. Windows, не ниже XP SP3
Количество резервированных каналов передачи данных	Не ограничено
Способ передачи сигналов ТУ	Спорадический

Окончание таблицы 1.1

Параметр	Характеристика
Способ передачи сигналов ТС	Циклический, Циклично-спорадический
Время реакции системы (с момента изменения состояния удаленного объекта до отображения на АРМ)	Не более 3 с
Максимальное расстояние между соседними станциями, км:	
– для физической кабельной линии связи	60
– физической воздушной линии связи	100
– выделенного оптического волокна	120
– канала ТЧ, Ethernet, E1	Не ограничено

Термин «релейный» интерфейс означает, что для каждой контролируемой точки устройства СЦБ имеется индивидуальная сигнальная электрическая цепь, характеризующая её состояние, которое может принимать два значения – активно, или пассивно.

«Безрелейный» интерфейс возможен только для стыковки с процессорными системами централизации станций и перегонов, при этом обмен данными о состоянии всех устройств СЦБ и передача всех приказов осуществляется по каналам передачи данных.

Система ДЦ «Неман» позволяет организовать удаленное управление парками или соседними станциями, реализовать маршрутный набор, если он не предусмотрен системой электрической централизации на станции, контроль и управление различными объектами железнодорожной автоматики, автоматизированными системами различных отраслей промышленности. Помимо этого, система дополнена функциями документирования событий, ведения архивов, комплексной диагностики технических средств и состояния программного обеспечения, телеизмерения, обмена с системами, САИПС и пр.

Универсальность разработанной технологии сбора и обработки информации позволила решать вопросы комплексного информационного обслуживания различных технологических участков дороги.

На базе технических и программных средств ДЦ «Неман» разработаны различные автоматизированные рабочие места: АРМ ДНЦ, АРМ ДНЦУ, АРМ ДСП, АРМ ШЧД, АРМ ЭЧЦ, что обеспечило возможность выйти на новый уровень организации оперативного управления и создать на Белорусской железной дороге Центр управления перевозками.

Система успешно функционирует на железных дорогах Беларуси, Эстонии, Казахстана и Туркменистана. Проведена ее добровольная сертификация на соответствие техническим требованиям. Система аттестована на соответствие требованиям информационной безопасности.

Система ДЦ «Неман» позволяет увязываться с другими микропроцессорными системами нижнего и верхнего уровня, такими как: ЭЦ-МПК; ЭЦ-

ЕМ (МПЦ-2); ESA-11-BC; Ebilock-950; ГИД «Неман»; ГИД УРАЛ-ВНИИЖТ.

Для каждой системы разработаны технические решения по их увязке с ДЦ. Технические решения включают в себя структурные схемы, протоколы взаимодействия, схемы каналов передачи данных, формат ТУ-ТС и др.

Система состоит [5]:

- из устройств центрального поста (ЦП), которые устанавливаются у диспетчера (в отделении дороги, региональном или дорожном центре и т. п.) и могут объединяться в локальную сеть;
- аппаратуры линейного комплекта, которая устанавливается на постах ЭЦ (МПЦ) станций, включаемых в диспетчерскую централизацию;
- каналов связи между ЛК и ЦП;
- каналов связи для объединения ДЦ «Неман» с другими автоматизированными системами железнодорожного транспорта.

В состав аппаратуры ЦП входят:

- программно-аппаратный комплекс на базе компьютерного оборудования, как правило в промышленном исполнении, включающий устройства ввода-вывода технологической информации (печатающие устройства, плоттеры, цветные мониторы);
- каналобразующая аппаратура;
- устройства сопряжения программно-аппаратного комплекса с другими информационными сетями (локальная сеть, объединяющая АРМ причастных работников с АСОУП и т. д.);
- вводно-коммутационные устройства, обеспечивающие подключение аппаратуры к линиям связи, источникам питания;
- источники бесперебойного питания.

В состав аппаратуры линейного комплекта входят [5]:

- программно-аппаратный комплекс на базе компьютерного оборудования в промышленном исполнении;
- устройства сопряжения электрической централизации (ЭЦ) и автоматической блокировки (АБ) с ДЦ;
- каналобразующая аппаратура;
- вводно-коммутационные устройства;
- источники бесперебойного питания.

Программное обеспечение ДЦ «Неман» обеспечивают отображение на мониторе компьютера графика движения поездов, состояния путей, сигналов и т. п. на контролируемых станциях и сообщений предупредительного, справочного и прогнозного характера.

АРМ ДНЦ обеспечивает автоматическую запись всех сигналов канала телесигнализации с последующей возможностью просмотра записанной ситуации.

Оснащенность Белорусской железной дороги диспетчерской централизацией составляет 3568 км, при эксплуатационной длине 5569 км. В 1999

году системой ДЦ «Неман» был оснащен первый участок железной дороги Жабинка – Лунинец. В настоящее время системой ДЦ «Неман» оборудовано 2244 км Белорусской железной дороги.

1.3 Функции и режимы управления

Основные функции ДЦ «Неман» это [5]:

- графическое представление персоналу состояния объектов СЦБ требуемого подмножества станций и перегонов (участков) в реальном времени;
- предоставление возможности персоналу в соответствии с их декларированными полномочиями в интерактивном режиме отправки приказов на станции и перегоны с целью непосредственного управления устройствами СЦБ;
- сбор данных о состоянии устройств СЦБ, управление устройствами СЦБ и обмен данными между географически распределёнными компонентами системы;
- структурированный доступ к данным ДЦ другим автоматизированным и информационным системам;
- протоколирование всех данных ДЦ на заданный период времени;
- просмотр любого фрагмента протокола данных ДЦ как в режиме графической анимации, так и в текстовой форме;
- поддержка режима «горячего» резервирования, то есть обеспечение бесперебойной функциональной работоспособности системы при выходе из строя её компонентов.

Функции системы ДЦ «Неман» представляют собой совокупность функций, выполняемых автоматизированным центром диспетчерского управления (АЦДУ) и линейными комплектами (ЛК) раздельных пунктов.

АЦДУ осуществляет автоматизированное управление и контроль движения поездов на участке путем выдачи управляющих команд и другой информации на ЛК раздельных пунктов, а также сбор, обработку и отображение информации в реальном масштабе времени о местоположении поездов, состоянии объектов контроля.

Автоматизированное рабочее место ДНЦ, входящее в состав АЦДУ, выполняет следующие функции [5]:

- прием и обработку информации от раздельных пунктов о фактической поездной ситуации на участках и состоянии объектов контроля, в том числе от раздельных пунктов, оборудованных системами ДЦ «Нева», «Минск» и др.;
- сравнение исполненного графика движения с заданным;
- прогнозирование сбоев движения поездов и выдачу рекомендаций ДНЦ по их устранению;
- автоматическое отображение информации о поездной ситуации, состоянии объектов контроля на участке, заданном и исполненном графиках движения поездов на экранах дисплеев в удобном для восприятия виде;
- восприятие и исполнение команд диспетчеров;

- автоматическое ведение документации;
- ввод, хранение и отмена информации о временных ограничениях скорости;
- формирование «ответственных» команд и их передачу на отдельные пункты;
- корректировка планового или формирование резервного графика движения поездов при отклонениях от заданного в автоматическом режиме или в диалоговом режиме с поездным диспетчером;
- ведение статистики за период не менее одних суток, а именно: количество пропущенных поездов, средняя скорость, время нахождения на участке, количество операций, производимых ДНЦ, и т. д.;
- выдача рекомендаций поездному диспетчеру в случае возникновения нештатных ситуаций;
- диагностика технических средств АЦДУ;
- обмен информацией с автоматизированными рабочими местами диспетчера службы СЦБ и связи, а также диспетчеров других служб.

Устройства ЛК на отдельных пунктах обеспечивают установку маршрутов, управление стрелками и сигналами, а также другими объектами через устройства централизации или другие устройства автоматики на отдельных пунктах участка в соответствии с управляющими приказами, поступающими от АЦДУ, а также контроль состояния устройств на отдельных пунктах и перегонах участка.

Устройства ЛК на отдельных пунктах обеспечивают выполнение следующих функций [5]:

- прием и обработка команд телеуправления от АЦДУ и обеспечение их выполнения исполнительными устройствами;
- поддержание протокола обмена информацией с АЦДУ;
- сбор информации о поездной ситуации и состоянии станционных устройств на отдельных пунктах участка;
- формирование и передача команд телесигнализации на АЦДУ;
- обработка «ответственных» команд и обеспечение их выполнения по специальному алгоритму исполнительными устройствами СЦБ;
- обеспечение работы отдельного пункта в режимах диспетчерского и станционного управления;
- контроль целостности каналов связи с АЦДУ. При его нарушении автоматический переход на резервный канал связи осуществляется на АЦДУ;
- обеспечение защиты от несанкционированного доступа к аппаратуре;
- передачу ТС по коммутируемой линии связи любым разрешенным пользователям и предоставление возможности ДНЦ управлять станцией по этим же линиям в случае повреждения основных каналов связи;
- любой линейный комплект может выступать как центральный модуль и управлять соседними станциями в том случае, если в конфигурации системы такие функции возложены на данный ЛК.

Устройства ЛК на отдельных пунктах работают в автоматическом ре-

жиге и должны обеспечивать прием информации от АЦДУ о необходимом маршруте, определять его категорию (поездной, маневровой), трассу (входящих в маршрут стрелочных и путевых участков, стрелок, светофоров и других объектов, влияющих на возможность реализации маршрута и их взаимосвязь), возможность реализации (отсутствие враждебности, свобода секций), необходимость перевода стрелок и выдачу управляющих сигналов на исполнительные устройства управления стрелками, а при невозможности выполнения приказа – формирование и передачу соответствующего сообщения на АЦДУ.

Система ДЦ «Неман» имеет возможности расширения и изменения ее функций, увеличения количества объектов управления и контроля при реконструкции путевого развития.

При прекращении поступления сигналов ТС из линии система исключает представление устаревшей информации по истечении времени не более 1 мин после последнего получения сигнала ТС от ЛП с индикацией состояния и отсутствия связи с ЛП.

Система ДЦ «Неман» является системой реального времени. Время представления оперативному персоналу информации об изменениях контролируемых объектов (включая съем информации, передачу по каналам связи и обработку на ЦП) не превышает 3 с. Допустимое время реакции системы на клавиатуру – не более 0,5 с. Время передачи команд ТУ от ЦП на ЛП не превышает 1 с.

ДЦ «Неман» обеспечивает принцип единоначалия, то есть в любой момент времени управление станцией либо её районом может осуществляться только одним лицом.

ДЦ «Неман» обеспечивает следующие **режимы управления**: *диспетчерское управление (основной режим), вспомогательное управление, станционное управление, резервное управление (аварийный режим при неисправностях).*

Диспетчерское управление

Движение поездов на станциях при диспетчерском управлении осуществляет поездной диспетчер. Этот режим работы ДЦ «Неман» должен обеспечивать:

- централизованное управление объектами ЭЦ и централизованный контроль ЛП:
- централизованный контроль состояния зон крупных станций (участковых, пассажирских, технических, сортировочных) с нужной степенью детализации информации;
- централизованный контроль и местное управление объектами;
- опорное управление.

Вспомогательное управление

Управляющие приказы могут быть рабочими либо вспомогательными. Рабочие управляющие приказы передаются в централизацию станции либо автоблокировку с полной проверкой зависимостей. Вспомогательные управ-

ляющие приказы выполняются без проверки зависимостей и используются в случаях неисправностей устройств СЦБ. Такие приказы являются ответственными и выполняются с соблюдением определённого регламента и с использованием специальных схем защиты. К таким приказам относятся:

- включение вспомогательного режима аварийной смены направления движения на перегоне, оборудованном двухсторонней автоблокировкой;
- вспомогательный режим дачи прибытия поезда в полном составе на участках с полуавтоматической блокировкой;
- вспомогательный перевод стрелок при ложной занятости стрелочного путевого участка:
- искусственное размыкание замкнутых в маршруте путевых и стрелочных участков;
- управление переездом, расположенным в пределах станции.

Пользование ответственными командами допускается после проверки на месте состояния стрелочного перевода, путевых стрелочных участков и станционных путей с выполнением требований пп. 2.15–2.17 Инструкции по движению поездов и маневровой работе.

Станционное управление

Раздельные пункты, находящиеся на диспетчерском управлении, должны иметь возможность переключения на местное (станционное) управление. При этом на АЦДУ должна сохраняться индикация состояний объектов контроля данного раздельного пункта.

Станцией управляет ДСП при согласии ДНЦ. Передача станции на станционное управление должно происходить по команде телеуправления, посылаемой ДНЦ. Возврат станции на диспетчерское управление должно происходить только с согласия дежурного по станции (ДСП).

Резервное управление (Аварийный режим)

В аварийном режиме (при выходе из строя канала связи, оборудования ДЦ «Неман», повреждениях устройств СЦБ) на станциях должно осуществляться резервное управление (РУ).

Резервное управление станций, входящих в диспетчерский круг, возможно только дежурным по станции непосредственно с пульта ЭЦ (АРМа ДСП). Переход на РУ и обратно должно осуществляться по распоряжению ДНЦ поворотом ключа резервного управления в пульте управления на раздельном пункте.

При переходе на резервное управление из-за неисправности устройств СЦБ на ЦП должна сохраняться вся индикация о состоянии объектов автоматики на станции.

Также в ДЦ «Неман» может быть обеспечено:

- ***управление с опорной станции*** – станцией управляет ДСП другой станции с согласия ДНЦ, если управление от ДСП предусмотрено;

– **комбинированное управление** – одной частью станции управляет ДНЦ, а другой её частью управляет ДСП;

– **автономное управление** – всей станцией управляет ДСП. Следует отметить, что рабочее место ДСП может быть реализовано аппаратными средствами ДЦ «Неман», при этом на АРМ ДСП, как правило, добавляется отображение состояния соседних станций.

Во всех режимах управления исключается возможность одновременных управляющих воздействий на станционные объекты из различных рабочих мест.

1.4 Каналы передачи данных и топология сети ДЦ

В открытом сегменте ДЦ каналы передачи данных не являются ответственными. На Белорусской железной дороге для этих целей используется корпоративная сеть передачи данных дороги (СПД). В закрытом сегменте ДЦ каналы передачи данных могут быть организованы оборудованием, входящим в состав ДЦ, либо с использованием существующих каналов передачи данных, удовлетворяющих требованиям по безопасности. Для организации каналов передачи данных используется следующее оборудование:

Модем (тональной частоты) применяемый:

– на кабельных или воздушных линиях связи (до 60/80 км);

– каналах тональной частоты (до 1600 км) .

SHDSL модем, применяемый:

– на кабельных линиях связи (эффективен на расстоянии до 20 км);

Мультиплексор, конвертер, коммутатор, для работы:

– с каналами Ethernet;

– волоконно-оптическими линиями связи (ВОЛС);

– потоками E1.

Хотя эти устройства функционально различны, но любое из них может совмещать определённые функции. В частности, конвертер потока E1 часто совмещён с коммутатором, коммутатор может иметь физический интерфейс G703 для подключения E1 (выполнять функции конвертации) и интерфейс для ВОЛС (разъем SFP), мультиплексор может иметь всё что угодно.

Топология сети ДЦ для обмена данными проектируется таким образом, чтобы между любыми терминалами оперативного персонала и объектами контроля/управления существовало не менее 2 каналов передачи данных, организованных по разным маршрутам. Этим достигается бесперебойная работа при неисправностях. На практике в неуправляемых зонах может использоваться только один канал передачи данных, а в управляемых зачастую имеется более двух.

При организации каналов связи посредством мультиплексоров, коммутаторов, конвертеров и/или оборудования PDH/SDH функции динамического изменения маршрутов обмена данными при неисправностях может осуществлять это оборудование самостоятельно, посредством специальных протоколов и соответствующих настроек (конфигурирования).

Приоритет применения каналов передачи данных следующий.

1 Каналы Ethernet.

2 ВОЛС.

3 Потoki E1.

4 Кабель (медь).

5 Канал тональной частоты.

Воздушная линия связи (биметалл, сталь).

Выбор каналов передачи определяется имеющимися техническими и финансовыми возможностями на момент проектирования. Каналы Ethernet, E1 и ВОЛС позволяют организовать высокоскоростной обмен данными. При применении кабельных/воздушных линий связи либо каналов тональной частоты скорость обмена данными достаточно низкая, что накладывает определённые ограничения на их использование.

На рисунке 1.2 круги с обозначениями от 1 до 14 – это железнодорожные станции ДЦ, прямоугольники P1 и P2 – это региональные центры ДЦ, прямоугольник Ц – это дорожный центр ДЦ.

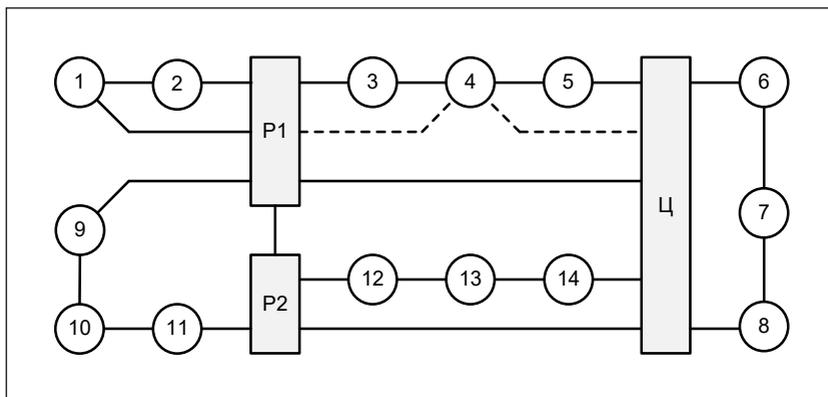


Рисунок 1.2 – Типовая топология закрытого сегмента полигона ДЦ «Неман»

Каждая станция имеет возможность обмениваться данными по любому имеющемуся каналу передачи данных (с любой стороны), а также осуществлять **транзит и разветвление** потоков данных от других станций в заданных направлениях.

Если ДНЦ участка станций «1-2-3-4-5» расположен в «Ц», то маршруты доступа к этим станциям будут следующими.

Для станции 5:

- первый маршрут - «5-Ц» (между станцией 5 и дорожным центром ДЦ);
- второй маршрут – «5-4-3-Р1-Ц»;
- третий маршрут – «5-4-Ц».

Для станции 1:

- первый маршрут – «1-2-Р1-Ц»;
- второй маршрут – «1-Р1-Р2-Ц».

Связь «4-Р1» и «4-Ц», обозначенная пунктирной линией проектируется, как правило, для формирования дополнительных маршрутов доступа для пограничных станций, обслуживаемых смежными отделениями дороги либо, если последовательные цепочки очень длинные (более 20 станций в цепочке).

Если ДНЦ участка (1-2-3-4-5) расположить на станции 1, то до всех станций участка имеется также доступ не менее чем по двум различным маршрутам.

Таким образом, ДНЦ участка «1-2-3-4-5» может располагаться в любом месте сети ДЦ.

Если смежными с участком ДНЦ «1-2-3-4-5» являются станции 6 и 9, то они будут отображаться на активной схеме его участка.

Оперативный персонал, не имеющий права управления, имеет доступ только к открытому сегменту сети ДЦ. Для обмена данными в открытом сегменте ДЦ используется корпоративная сеть СПД (сеть передачи данных дороги). Между открытым и закрытым сегментом сети устанавливается мост. Этот мост пропускает трафик только в одном направлении, что защищает закрытый сегмент ДЦ от несанкционированных действий. В открытом сегменте сети ДЦ устанавливаются сервера, на которые передаются оперативные данные всех станций полигона ДЦ, что позволяет оперативному персоналу, имеющему доступ к сети СПД, показывать любые станции и участки полигона ДЦ.

В настоящее время в полигон ДЦ Белорусской железной дороги входит 254 станции, 20 клиентов закрытого и 50 открытого сегмента, 1 дорожный и 6 региональных центров.

1.5 Особенности применения протоколов передачи данных

Взаимодействие линейных комплектов, центральных постов и терминального оборудования персонала, при наличии высокоскоростных каналов передачи данных, осуществляется по типовому протоколу передачи данных – ТСР/IP. При использовании модемов тональной частоты работа по

этому протоколу практически невозможна, так как обмен данными при этом осуществляется очень медленно. Для использования на низкоскоростных каналах связи в ДЦ «Неман» применяется протокол обмена данными, оптимизированный под конкретную задачу, обеспечивающий требуемое время обновления информации. Практическое испытание показало разницу эффективности приблизительно в 500 раз. При применении такого протокола обеспечение требуемого регламента обновления данных при использовании одного канала тональной частоты достаточно для передачи данных ДЦ о состоянии до 120000 двоичных объектов, а для ТСП/РР только до 240.

Количество двоичных объектов на станции зависит от её размеров и составляет, как правило, от 200 до 1800. Усреднённое значение – 500.

Применение модемных соединений по выделенным линиям связи либо каналам тональной частоты имеет свои особенности:

- они недостаточно стабильны, то есть при наличии помех такое соединение переустанавливается, на что уходит определённое время, а иногда и полностью разрушается. Безотказность достигается за счёт наличия альтернативных соединений;

- стоимость такого соединения минимальна;

- использование специализированного протокола исключает возможность удалённого доступа и администрирования, что с одной стороны доставляет определённые неудобства эксплуатации, но с другой стороны защищает от несанкционированного вмешательства.

По мере развития высокоскоростных сетей передачи данных на Белорусской железной дороге необходимость в применении модемных соединений и специализированных протоколов передачи данных отпадёт.

1.6 Организация каналов связи на диспетчерском участке

Диспетчерская централизация должна разрабатываться с учетом использования линий, систем передачи и других типовых средств железнодорожной связи, имеющихся в распоряжении на участке.

Рассмотрим вариант организации каналов связи с использованием физических выделяемых линий. В этом варианте для передачи известительной информации (сигналов ТС) от линейных комплектов, а также для передачи управляющих команд (сигналов ТУ) на линейные комплекты станций диспетчерского управления организуются кодовые линии (рисунок 1.3) [5] с использованием:

- существующей кодовой цепи на воздушной линии связи;

- проектируемой кодовой цепи в существующем магистральном кабеле связи;

- волоконно-оптического кабеля связи.

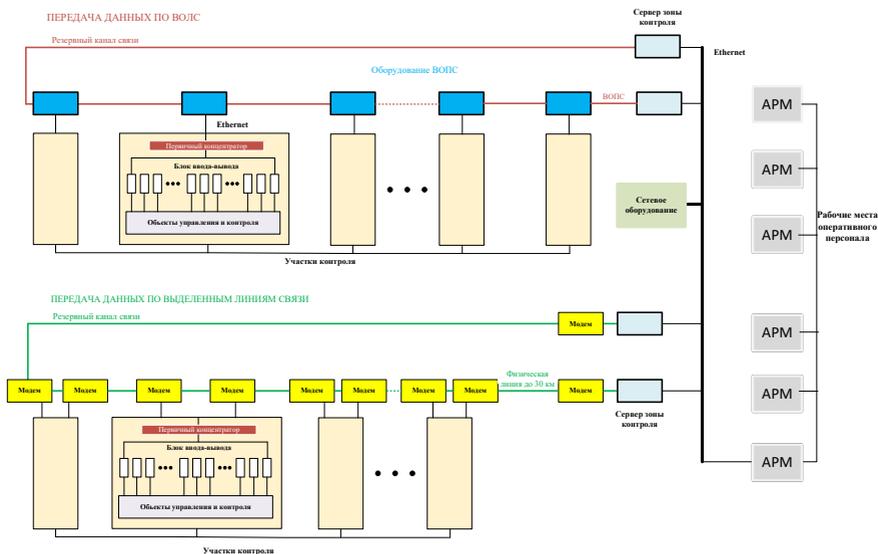


Рисунок 1.3 – Передача данных в ДЦ «Неман»

Кодовая цепь организуется в прокладываемом магистральном кабеле связи по проекту каблирования участка. Управление линейными комплектами из центрального поста ДЦ «Неман» предусматривается по существующей кодовой цепи, это направление выбрано в качестве основного. Резервной является проектируемая линия связи ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи или КЛ – кабельная линия связи. При этом прекращение поступления информации по одному направлению (например, при обрыве физической цепи) не окажет влияния на работу системы. Передача информации от компьютеров, используемых в линейных комплектах ДЦ «Неман», в кодовую физическую цепь, а также в канал связи тональной частоты осуществляется с помощью модемов, обеспечивающих передачу информации в дуплексном режиме по зашумленным физическим линиям или аналоговым каналам связи тональной частоты. Так как информация передается через модемы, то каждый ЛК представляет собой регенеративный пункт, кроме станций, подключенных к линии одним модемом. Уровень приема-передачи сигналов по физическим цепям и каналам связи не должен превышать установленных норм и определяется параметрами применяемых модемов. Линии и каналы связи, используемые для цепей ДЦ «Неман», должны удовлетворять нормам на содержание устройств связи согласно рекомендации МСЭ (Международного союза электросвязи).

Другим вариантом организации каналов передачи данных, не используя модемы и зашумленные физические линии и аналоговые каналы связи ТЧ,

является передача информации от компьютеров, ЛК ДЦ «Неман» в кодовую цепь, с помощью Конвертора Ethernet в поток E1.

Для организации канала связи рекомендуется использовать хорошо зарекомендовавшие себя на практике профессиональные инверсные мультиплексоры фирмы Zelax на базе мультисервисной платформы Speedway серии MM-221RC-UNI-I-DC60 или аналогичные. Мультисервисная платформа Speedway включает в себя основные телекоммуникационные устройства: мультиплексор, коммутатор Ethernet, маршрутизатор, модем. Используя различные сочетания этих коммутационных элементов и их функциональности можно получить практически любое телекоммуникационное устройство – мультиплексор, инверсный мультиплексор, маршрутизатор, Ethernet-мост, мини-DSLAM, модем, конвертер интерфейсов, регенератор, голосовой шлюз и т.д.

Модульная конструкция платформы Speedway обеспечивает максимальную гибкость конфигурации, возможность постепенного масштабирования сети и внедрения новых технологий без замены всего оборудования. Широкий выбор дополнительных модулей позволяет подключаться к различным каналам связи и расширять функциональность оборудования по мере необходимости. На рисунке 1.4 приведена схема организации передачи данных, между аппаратурой центрального поста и линейными пунктами, и где:

- «Конвертор» (поток E1) – Zelax MM-221;
- E1 – цифровой поток передачи данных с номинальной скоростью 2 Мбит/с;
- FE – соединение Fast Ethernet 100 Мбит/с;
- SDH – передача осуществляется через мультиплексоры сети SDH (Синхронная цифровая иерархия – это система передачи данных, основанная на синхронизации по времени передающего и принимающего устройств).

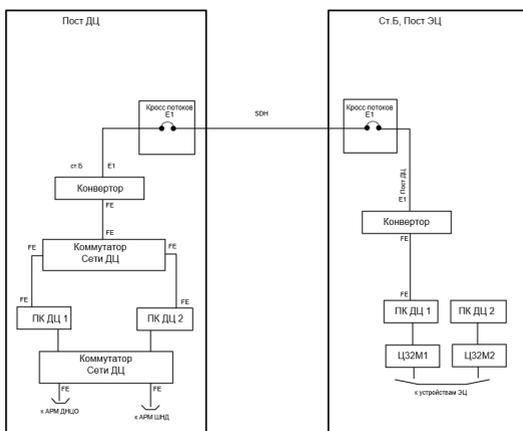


Рисунок 1.4 – Схема организации передачи данных Ethernet через поток E1

Данные с компьютера линейного комплекта через конвертор E1 приходят на порт связевой станции. Система синхронной цифровой передачи SMA 16/4 формирует поток E1 через оптическую карту (выделенный служебный поток E1 для канала ДЦ). Далее информация по волоконно-оптическому магистральному кабелю транзитом через Дом связи приходит в SMA1K связевой станции, от кросса E1 к телекоммуникационному шкафу (ТШ) ДЦ – через конвертор потока E1 на компьютер ДЦ основной сервер.

Исправность устройств SMA по участку в ЛАЗ контролирует «Система мониторинга работы аппаратуры SMA» – Siemens TransXpress NE-UniGate.

Оптические карты Дом связи работают в горячем резерве, как и оптические карты аппаратуры SMA станции Б диспетчерского управления. В случае каких-либо отказов система мгновенно перестроится на работу по резервным оптическим картам.

2 КОНЦЕПЦИЯ ОБОБЩЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОСТА ДЦ «НЕМАН»

Для систем предыдущих поколений термин «Центральный пост» ассоциировался с участком ДНЦ (ДЦ) и был местом размещения оборудования, обеспечивающего интерактивный интерфейс с ДНЦ этого участка, включая необходимые логические преобразования и обмен данными со станциями участка.

Центральный пост ДЦ «Неман» – это место установки оборудования, осуществляющего обмен данными с примыкающими географическими участками и другими центральными постами, а также обеспечивающего адаптивный интерактивный интерфейс с оперативным, обслуживающим и инспектирующим персоналом в рамках всего полигона.

Следует отметить, что «центральный пост ДЦ» является явно не выделенным компонентом. Строительный проект делается не на центральный пост ДЦ, а на центр управления перевозками, либо на региональный центр управления, состоящий из всех систем и оборудования объекта, включая систему гарантированного питания, кондиционирования, оперативной технологической связи, а также других информационных и технологических систем. В частности, на рабочем месте ДНЦ, входящим в состав проекта, оборудование ДЦ составляет около 40 %.

На обобщённой структурной схеме центрального поста ДЦ, представленной на рисунке 2.1, имеются следующие функциональные компоненты:

- согласующее каналобразующее оборудование (С 1, С 2);
- коммутаторы сети Ethernet (К 3, К 2, К 3);
- оборудование рабочих мест ДНЦ (ДНЦ 1; ДНЦ 2; ...; ДНЦ N);
- сервера импульсов¹⁾ ДЦ («СИ А», «СИ Б», «СИ В»);
- безопасный шлюз Ш для обмена данными с открытым сегментом сети ДЦ.

Обмен данными со станциями полигона, непосредственно, либо через другие центральные посты, осуществляется с серверами импульсов «СИ А» со стороны «А» и «СИ Б» со стороны «Б». Согласующее каналобразующее оборудование («С 1» и «С 2») обеспечивает преобразование различных каналов связи в каналы Ethernet. Коммутаторы Ethernet («К 1» и «К 2») обеспечивают требуемые соединения.

¹⁾Термин «импульс» – в данном случае подразумевает контрольные данные телекоммуникации и приказы телеуправления. Это заимствованное определение от систем предыдущих поколений привычное для специалистов, так как раньше формат передаваемых по каналам связи пакетов телекоммуникации и телеуправления изучался, а также анализировался при регулировках, и представлялся в виде комбинации импульсов.

Если все подводимые к центральному посту каналы связи являются каналами Ethernet, то согласующее каналообразующее оборудование («С 1», «С 2») не требуется.

Топология сети связи полигона ДЦ обеспечивает возможность обмена данными с каждой станцией как со стороны «А», так и со стороны «Б», причём обмен данными с одноимёнными станциями стороны «А» и «Б» реализуется по разным географическим маршрутам.

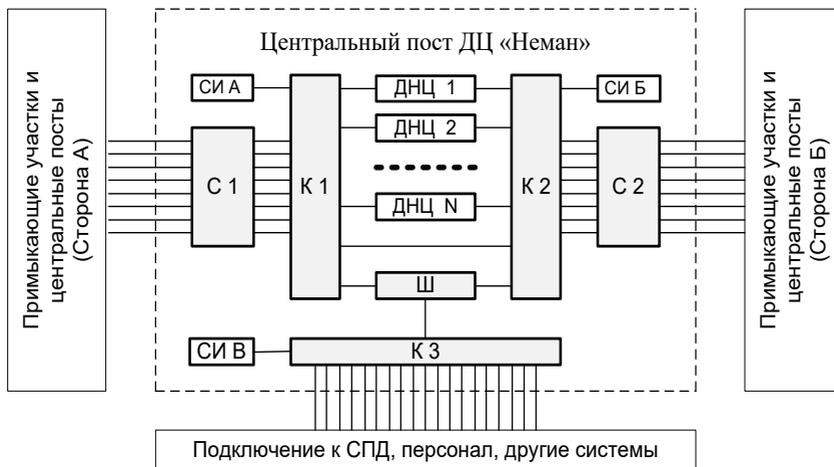


Рисунок 2.1 – Обобщённая структура центрального поста ДЦ «Неман»

Рабочие места ДНЦ обмениваются данными только с серверами «СИ А» и «СИ Б» и только со станциями своего участка, включая подходы.

Сервер «СИ В» подключён к «СИ А» и «СИ Б» через шлюз «Ш», защищающий закрытый сегмент ДЦ. Он является источником данных для персонала, не имеющего права управления, а также других информационных систем.

Непосредственная связь между коммутаторами «К 1» и «К 2» улучшает функциональные возможности системы при неисправностях.

Дублированная структура (сторона «А» и «Б»), обеспечивает работоспособность системы при неисправностях.

На рисунке 2.2 представлена структурная схема гипотетического центрального поста «Ц» в соответствии с топологией закрытого сегмента полигона ДЦ «Неман» рисунка 2.1.

На схеме имеются следующие функциональные компоненты;

- P1 и P2 – региональные центры в соответствии с рисунком 2.2;
- 4, 5, 8, 6, 14 – станции полигона ДЦ в соответствии с рисунком 2.2;
- М – модемы тональной частоты;
- E1/E – конвертеры потока E1 в Ethernet;

- С/Е – конвертеры последовательных портов в Ethernet (альтернативное название – сервер последовательных стыков);
- К (1, 2, 3) – коммутаторы сети Ethernet;
- СИ – сервера импульсов ДЦ (ПЭВМ + программное обеспечение);
- Т – терминальное оборудование персонала (дисплеи, ПЭВМ, средства ввода данных, обеспечивающее посредством программного обеспечения ДЦ адаптивное представление данных ДЦ и восприятие управляющих приказов от персонала);
- Ш – безопасный шлюз для обмена данными с открытым сегментом сети ДЦ.

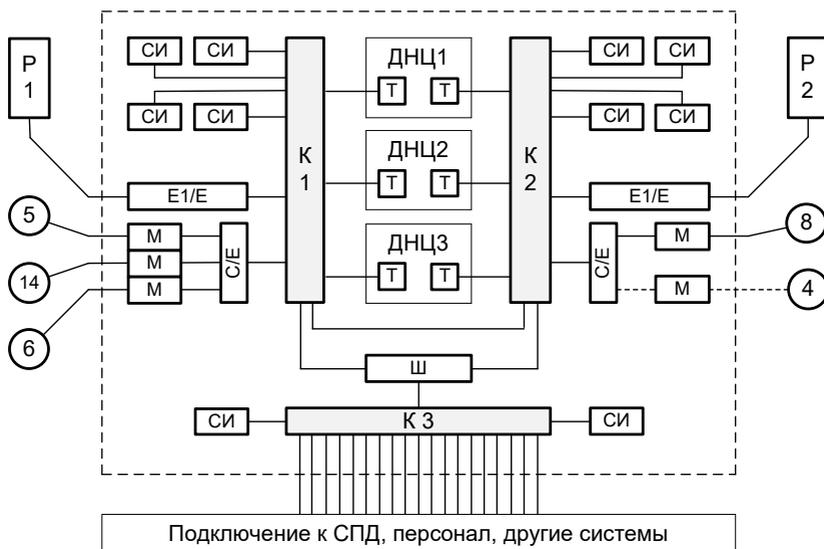


Рисунок 2.2 – Структурная схема гипотетического центрального поста ДЦ «Неман»

Все технические средства, используемые на центральном посту, являются типовыми покупными изделиями, выпускаемыми мировой промышленностью.

Итак, имеем полигон ДЦ из четырнадцати станций (1-14), трёх центральных постов (P1, P2, Ц).

Основные маршруты каналов передачи данных подведены к «Ц» на схеме слева, а альтернативные – справа. Как по каналам слева, так и справа обмен данными происходит со всеми станциями полигона ДЦ.

Каналы, организованные по физическим медным парам, либо каналам тональной частоты подключаются к модемам (М), далее конвертируются в канал Ethernet специальным конвертером «С/Е».

Каналы, организованные по потокам E1, подключаются к конвертерам (E1/E), преобразующим поток E1 в канал Ethernet. Такая конвертация возможна как для одного, так и для нескольких потоков E1 в один канал Ethernet, причём каждый из потоков E1 может быть организован по разным географическим маршрутам.

Все каналы слева (после вышеописанной конвертации) подключены к сетевому коммутатору «К 1», а каналы справа к коммутатору «К 2».

К коммутатору «К 1» подключены также четыре сервера импульсов (СИ), являющихся одним из основных компонентов ДЦ и три комплекта терминального оборудования ДНЦ (ДНЦ1, ДНЦ2, ДНЦ3). *Каждый ДНЦ имеет по два комплекта терминального оборудования.*

Аналогичное подключение организовано к коммутатору «К 2». Коммутатор «К 1» имеет к кому же непосредственную связь с коммутатором «К 2».

Такое дублирование позволяет обеспечить полную функциональную работоспособность при выходе из строя любого компонента системы центрального поста и любого канала передачи данных.

Любого одного комплекта терминального оборудования ДНЦ (Т) достаточно для выполнения всех функций, но отсутствие части дисплеев вызовет некоторые неудобства.

При одновременном выходе из строя всех устройств, подключённых к коммутатору «К 1» (кроме «К 2»), включая сам «К 1», будет обеспечена полная функциональная работоспособность.

При менее фатальных отказах все функции выполняются в полном объёме без каких-либо ограничений и неудобств.

Итак, имеем два связанных сегмента сети, организованных коммутаторами «К 1» и «К 2». В каждом из этих сегментов размещены четыре сервера импульсов (СИ). Программное обеспечение на каждом СИ одинаковое, а выполняемые ими функции определяются индивидуальными параметрами, описанными в конфигурационных файлах, которые считываются при загрузке программного обеспечения. Далее рассмотрим типовое распределение функций СИ.

Первый СИ первого сегмента – «Сервер зоны 1»:

- обмен данными с линейными станциями 1-5 по основному маршруту;
- обмен данными с сервером импульсов зоны 1 второго сегмента;
- автоматический выбор маршрута отправки приказов в соответствии с их работоспособностью (непосредственно на станции либо через сервер зоны второго сегмента);
- выполнение всех функций сервера импульсов зоны 1 второго сегмента при его неисправности;
- обмен данными с терминальным оборудованием ДНЦ;
- обмен данными с сервером импульсов полигона;
- протоколирование всех данных;

– представление данных диагностики в консольном режиме;

Второй СИ первого сегмента – «Сервер зоны 2» осуществляет обмен данными с линейными станциями 6–8 по основному маршруту и выполняет функции, аналогичные функциям серверу зоны 1.

Третий СИ первого сегмента – «Сервер зоны 3» – обмен данными с линейными станциями 9–14 по основному маршруту, а далее аналогично серверу зоны 1.

Четвёртый СИ первого сегмента – «Сервер полигона», выполняет:

- обмен данными с серверами зон 1, 2, 3 первого и второго сегмента;
- обмен данными с сервером полигона открытого сегмента (третьего);
- протоколирование всех данных.

Назначение четырёх СИ второго сегмента аналогично, но только для характерных данных второго сегмента.

На практике сервер импульсов зоны обслуживает, как правило, около 20 станций, но технически может обслужить около 500 станций. Формально сервер импульсов зоны не обязателен, то есть сервер импульсов полигона может выполнять все функции, но в целях удобства обслуживания (внесения изменений, замены оборудования, регламентного обслуживания) предпочтителен вариант с серверами импульсов зон, как правило, но не обязательно соответствующих участкам ДНЦ.

В рассматриваемом примере сервера импульсов зон подключены к линейным каналам передачи данных посредством конвертеров и коммутаторов. Сервер импульсов зоны может быть подключён к каналам передачи данных и непосредственно, при наличии у него соответствующего физического интерфейса, но в этом случае переконфигурирование при неисправностях потребует физического переключения, что может привести к недопустимым перерывам в работе.

Два дублирующих сервера полигона (СИ) открытого сегмента, подключённых к сетевому коммутатору «К 3», осуществляют:

- взаимодействие с серверами импульсов полигона закрытого сегмента через безопасный шлюз (Ш);
- взаимодействие с терминалами персонала без права управления станциями;
- взаимодействие с другими системами;
- протоколирование всех данных;
- представление данных диагностики в консольном режиме.

Безопасный шлюз (Ш) обеспечивает только конкретное прикладное межсетевое соединение, то есть он гарантирует, что все передаваемые и принимаемые данные по шлюзу попадают в конкретную прикладную задачу и будут интерпретированы как защищённые данные телемеханики. Это исключает гипотетическую и физическую возможность взлома, входа в защищённую сеть ДЦ, либо какого-либо воздействия на неё.

2.1 Стыковка с системами ДЦ «Нева», «Минск», «Луч»

При оборудовании ДУ устройствами ДЦ «Неман» при существующих устройствах ДЦ «Нева», «Минск», «Луч» необходимо обеспечить согласование устройств между собой. Для стыковки с этими системами используется разработанный специально для этих целей адаптер связи, который с одной стороны подключается к каналу обмена данными одной из этих систем, а с другой стороны к серверу импульсов посредством стыка RS-422/RS-232. Работа с этими данными осуществляется специализированным программным компонентом сервера импульсов. Линейные протоколы «Нева» и «Минск» совместимы, в системе «Луч» протокол передачи телеуправления и цикловой синхронизации отличается. Комплектность адаптера связи определяется конкретным проектом.

Адаптер связи рисунок 2.3 предназначен для стыковки ДЦ «Неман» с линейными комплектами систем «Нева», «Минск», «Луч». Канал передачи данных в этих системах организован по одной или двум линиям связи в полосе стандартного телефонного канала (0,3–3,4 кГц), разделённого на 5 частей.

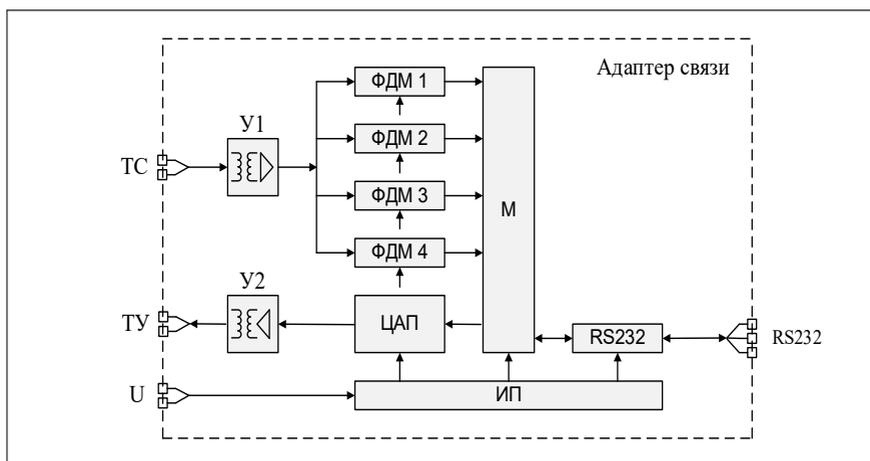


Рисунок 2.3 – Структурная схема Адаптера связи

Одна часть спектра используется для организации цикловой синхронизации и передачи команд телеуправления, а четыре части – для организации четырёх подканалов телесигнализации. Каждый линейный комплект формирует группы импульсов телесигнализации посредством частотной манипуляции (одна частота соответствует активной посылке, а другая – пассивной) в одном из подканалов телесигнализации через индивидуально заданное время после приёма цикловой синхронизации. Команды телеуправления и цикловая синхронизация формируются посредством четырёхчастотной

манипуляции в системах «Нева», «Минск» и трёхфазной манипуляции в системе «Луч». Адаптер связи осуществляет формирование сигналов цикловой синхронизации и управляющих приказов в соответствии с данными, полученными по стыку RS-232, а также передаёт расшифрованные данные телесигнализации по этому стыку.

Данные телесигнализации попадают на предварительный усилитель с изолирующим трансформатором «У1» и далее на четыре фильтра-демодулятора «ФДМ1...4». Каждый ФДМ в своём спектре преобразует аналоговый частотно-модулированный сигнал в цифровую форму. Далее эти цифровые сигналы считываются микроконтроллером «М», который формирует из них структурированные пакеты и отправляет их посредством оптически изолированного драйвера стыка RS-232 через каждые 1,6 мс.

Длина информационного элемента, передаваемого с линейного комплекта, составляет 8 мс, длина информационной группы – 176 мс, длина информационного цикла – 5376 мс.

Программное обеспечение сервера импульсов из принятых пакетов (срезов данных) производит расшифровку данных телесигнализации. Визуальное представление массива принятых пакетов позволяет наглядно оценить работу линейных комплектов и осуществлять их регулировку.

В соответствии с принятыми по стыку RS-232 данными микроконтроллер «М» посредством цифроаналогового преобразователя «ЦАП» формирует сигналы цикловой синхронизации и телеуправления, которые поступают в линейную цепь через согласующий усилитель с изолирующим трансформатором «У2».

Один адаптер связи поддерживает до четырёх линейных цепей, до двух каналов телеуправления и до восьми подканалов телесигнализации. Номер каждого подканала телесигнализации его принадлежность конкретному каналу телеуправления определяется индивидуальной комплектацией и конфигурированием адаптера связи.

Адаптер связи поддерживает функцию резервирования, то есть, установив два одинаковых адаптера связи, имеется возможность их автоматической замены (переключения) при неисправностях без установки дополнительных внешних элементов.

Структурная схема фильтра-демодулятора «ФДМ» представлена на рисунке 2.4. Имеется пять модификаций ФДМ – это ФДМ1, ФДМ2, ФДМ3, ФДМ4, ФДМ5, каждая из которых отличается параметрами полосовых фильтров Ф1, Ф2, Ф3. В ДЦ «Минск» при организации тракта телеуправления по отдельной линии связи в спектре канала телеуправления линии телесигнализации организован дополнительный пятый подканал телесигнализации, для работы с которым предназначен ФДМ5.

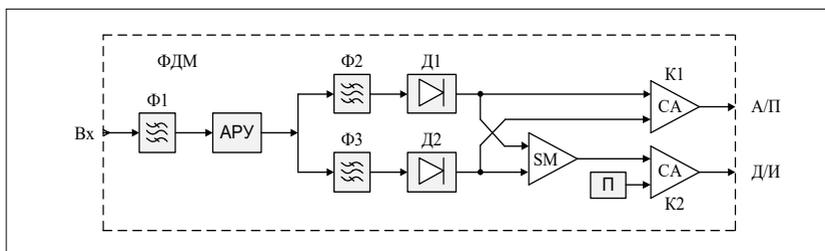


Рисунок 2.4 – Структурная схема ФДМ

Полосовой фильтр «Ф1» выделяет спектр подканала телесигнализации. Далее, усилитель с автоматической регулировкой усиления нормирует этот сигнал. Полосовой фильтр «Ф2» выделяет «активную» частоту подканала, а «Ф3» – пассивную. Далее, сигналы с «Ф2» и «Ф3» пропорционально преобразуются в постоянное напряжение демодуляторами «Д1» и «Д2» и поступают на компаратор «К1», который, сравнивая их, определяет наибольший (уровень выходного сигнала компаратора «К1» соответствует активной, а «0» – пассивной частоте).

Выходные напряжения с демодуляторов «Д1» и «Д2» также суммируются на сумматоре «SM» и далее компаратор «К2», сравнивая эту сумму с допустимым порогом «П», формирует сигнал «Д/И» (данные/интервал), активное значение которого означает процесс приёма группы импульсов телесигнализации от линейного комплекта.

2.2 Аппаратура центрального поста ДЦ "НЕМАН"

Аппаратура ЦП ДЦ «Неман» предназначена для управления объектами станций диспетчерского участка и приема информации от контролируемых устройствах СЦБ, связи, энергоснабжения и др. объектов, размещается в телекоммуникационном шкафу (ТШ), который устанавливается в специальном помещении (серверная), где поддерживается оптимальный температурный режим[5]. Контроль микроклимата внутри ТШ поддерживается с помощью вентилятора с терморегулятором. Функциональная схема аппаратуры ЦП приведена на рисунке 2.5.

В ТШ устанавливается два компьютера (сервера), PS1 и PS2 – основной и резервный, которые работают в горячем режиме.

Сервер выполняет функцию по приёму, распределению и передаче управляющих и известительных сигналов и представляет собой системный блок, содержащий процессор, память, сетевую карту и другие компоненты.

Каждый из серверов подключен в общую локальную сеть, эта сеть разделена на виртуальные локальные сети VLAN. И каждый из серверов оказывается в своей виртуальной локальной сети со своим выходным шлюзом.

Компьютерная сеть ЦП является закрытой локальной сетью, пользователями которой является ограниченный круг лиц. Допуск посторонних лиц в данную сеть запрещен. Допуск посторонней информации из других локальных сетей на компьютеры данной сети аппаратно исключено. Локальная сеть серверов строится на базе коммутатора SW1-Ethernet на 8 портов основной сети линейных пунктов ДЦ, который обеспечивает обмен данными линейных пунктов с серверами ЦП ДЦ.

Управление серверами обеспечивает KVM-коммутатор, который дает возможность управлять серверами с одной консоли (монитор, клавиатура, мышь).

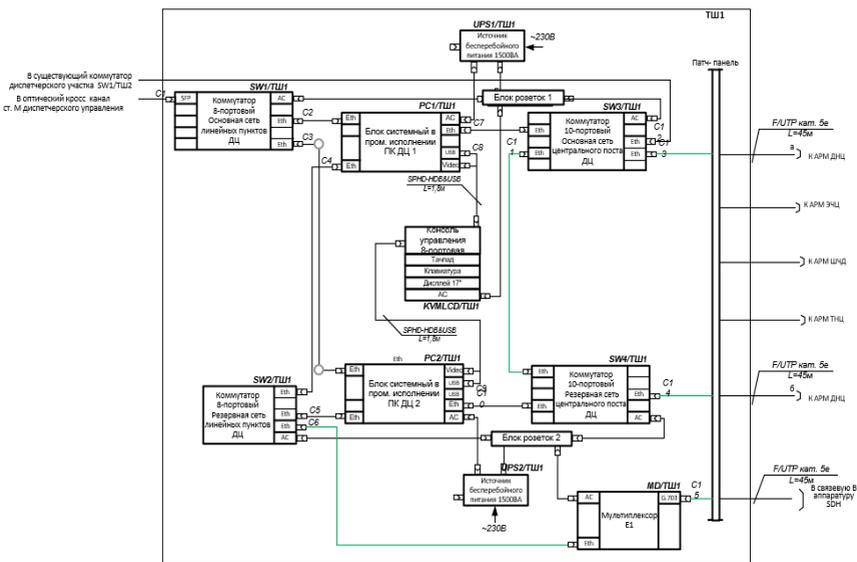


Рисунок 2.5 – Функциональная схема ЦП

Информация с ЛП диспетчерского участка по потоку Е1 посредством магистрального оптического кабеля связи передается на конвертор Е1 ТШ ДЦ, где преобразовывается и по сети Ethernet через коммутатор приходит на сетевой порт компьютера ДЦ. Далее, после обработки информация о состоянии объектов на станции передается через коммутатор в основную сеть центрального поста ДЦ к АРМам ДНЦ, ШЧД, ЭЧД, ШНД. Так как АРМ ДНЦ располагается в ЦУПе на значительном расстоянии от поста ДЦ, для организации управления и получения информации о контролируемых устройствах СЦБ используются: мультиплексоры ММ–221RC-UNI (кабельное подключение); мультисервисный мультиплексор уровня STM 16 SMA–16/4 (волоконно-оптическое подключение).

Инверсный мультиплексор MM-221RC-UNI предназначен для передачи данных различных интерфейсов по нескольким каналам G.703, E1 и V.35 на скорости до 16 Мбит/с. Инверсный мультиплексор обеспечивает прозрачную передачу данных Ethernet, E1, V.35 по нескольким каналам G.703, E1 и V.35. При использовании 4 каналов G.703/E1 максимальная пропускная способность составляет 8 Мбит/с, при использовании 8 каналов G.703/E1 – 16 Мбит/с.

Программно-аппаратными средствами ДЦ «Неман» на центральном посту обеспечивается:

- постоянная диагностика рабочих каналов ТУ и ТС (кодовых линий) и данных, поступающих на ЦП;

- передача информации на рабочее место поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) ЦУПа;

- ведение протокола действий поездного диспетчера с возможностью просмотра и распечатки информации за заданный интервал времени на рабочих местах ДНЦ;

- ведение протокола данных телеуправления и телесигнализации с возможностью просмотра и распечатки информации за заданный интервал времени;

- полное резервирование оборудования центральных постов и АРМов;

- организация как минимум двух каналов связи с линейными пунктами;

- любая структура построения каналов связи в произвольной комбинации (кольцо, звезда), организация промежуточных (транзитных) серверов связи;

- диагностика исправности каналов связи, автоматический выбор канала для отправки команд ТУ;

- диагностика задержек поступления данных в каналах;

- настройка на автоматический выбор самого быстрого канала доставки данных ТС и отправки команд ТУ;

- протоколирование работы программного обеспечения: ведение протоколов ТС, ТУ, протоколирование нарушения работы каналов передачи данных за любой промежуток времени;

- настройка прав доступа и разрешений на отправки команд ТУ в рамках компетенции конкретного АРМа;

- увязка и передача данных о поездной обстановке в различные информационные системы;

- размещение любого количества мониторов в произвольной комбинации на АРМах;

На автоматизированном рабочем месте поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) ЦУПа осуществляется контроль поездной ситуации по станциям и перегонам диспетчерского участка, управление станционными объектами.

В АРМ ДНЦ предусмотрены следующие функциональные возможности [5]: отображение поездной обстановки и состояния станционных и перегонных объектов; управление станционными объектами, включенными на диспетчерское управление; ведение в автоматизированном режиме исполненного графика движения поездов с возможностью корректировки; получение документов из автоматизированных информационных систем ГВЦ; выдача справочной информации.

На рабочем месте поездного диспетчера устанавливается следующее оборудование:

- 3 компьютера в офисном исполнении для оперативной работы;
- 4 монитора ЖКИ – 24”;
- источник бесперебойного питания (1500 ВА);
- черно-белый принтер (формат А4) для распечатки информации из автоматизированных информационных систем ГВЦ;
- 2 блока розеток на 5 входов;
- 3 клавиатуры;
- 3 манипулятора типа «мышь».

Два компьютера и три монитора ЖКИ 24” служит для оперативного управления движением поездов в режиме микроучастка, который размещается на этих мониторах.

Третий компьютер с монитором 24” служит для ведения в автоматическом режиме графика исполненного движения поездов с возможностью его просмотра, корректировки и вывода на печать, а также для работы с информационными системами ГВЦ.

Таким образом, можно выделить следующие основные преимущества центрального поста ДЦ «Неман» по сравнению с релейными системами ДЦ:

- малые габариты оборудования и простота его обслуживания;
- повышение культуры труда диспетчеров;
- небольшая стоимость оборудования помещений ЦП;
- быстрый поиск неполадок и контроль за электроснабжением поста;
- повышение производительности труда.

3 КОНЦЕПЦИЯ ОБОБЩЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛИНЕЙНОГО КОМПЛЕКТА ДЦ «НЕМАН»

Линейный комплект – это комплекс технических средств и программно-обеспечения, выполняющего следующие функции [6]:

- считывание данных с устройств СЦБ, характеризующих их состояние;
- управление устройствами СЦБ в соответствии с полученными приказами;
- обмен данными по имеющимся каналам связи – приём приказов и передача сведений о состоянии контролируемых устройств СЦБ;
- управляемый транзит и разветвление заданных потоков данных;
- автоматическое переключение на резервный комплект оборудования при неисправностях.

Оборудование ЛК размещается в непосредственной близости от устройств СЦБ (пост централизации станции или перегона).

Стыковка с устройствами СЦБ может осуществляться по «релейному» или «безрелейному» интерфейсу. Общий вид структурной схемы линейного комплекта представлен на рисунке 3.1.

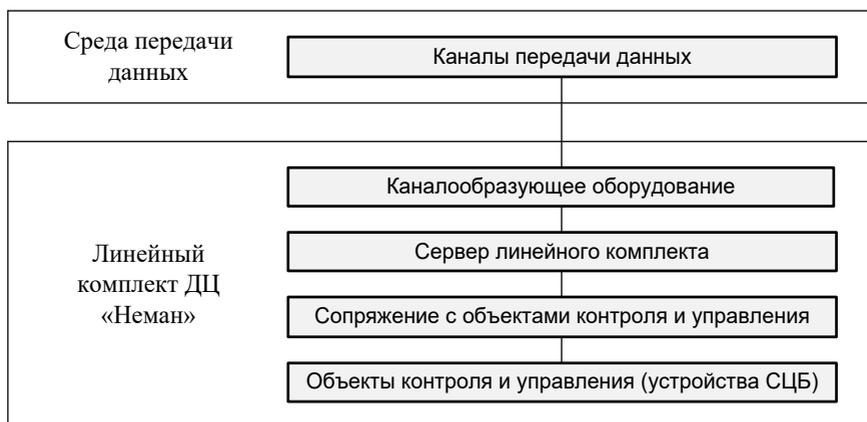


Рисунок 3.1 – Обобщённая структурная схема линейного комплекта ДЦ «Неман»

Рассмотрим её компоненты и способы их взаимодействия.

Тип каналообразующего оборудования определяется типом каналов передачи данных. Количество комплектов каналообразующего оборудования определяется количеством внешних каналов передачи данных, что позволяет минимизировать последствия выхода его из строя.

В приведённом на рисунке 1.2 примере полигона ДЦ для всех станций с 1 по 3 и с 5 по 14 имеем по два канала передачи данных, а для станции 4 их четыре.

Сервер линейного комплекта – это компьютер в промышленном исполнении с установленным программным обеспечением. Все функции сервера линейного комплекта выполняет программное обеспечение «Сервер импульсов». Промышленное исполнение предполагает худшие условия эксплуатации (вибрация, окружающая среда, круглосуточная работа) по отношению к офисному исполнению. Программное обеспечение сервера линейного комплекта унифицировано. Индивидуальная адаптация к конкретной станции определяется индивидуальными проектными данными, представленными в виде подгружаемых конфигураций, профилей, проектов.

При «безрелейном» сопряжении с МПЦ или АБ обмен данными с устройствами СЦБ происходит по каналам передачи данных, организованных, как правило, по проводным соединениям и интерфейсам RS-232, RS-422 либо Ethernet с применением специальных межсетевых экранов. При этом используются специально разработанные протоколы взаимодействия, обеспечивающие требуемый уровень безопасности.

Для «релейного» сопряжения разработаны специализированные технические средства, обмен данными с которыми осуществляется по четырёхпроводной линии связи с физическим интерфейсом RS-422.

Как при «безрелейном», так и с «релейным» интерфейсом, взаимодействие с сервером линейного комплекта осуществляется по каналам передачи данных (RS-422 или Ethernet), что обеспечивает возможность его удалённого расположения, например, на центральном посту либо на соседней станции. При этом один сервер линейного комплекта может обслуживать несколько станций.

Вариант структурной схемы с удалённым расположением сервера линейного комплекта представлен на рисунке 3.2, который реализован на ряде станций Белорусской железной дороги.



Рисунок 3.2. – Структурная схема линейного комплекта ДЦ «Неман» без сервера

Типовая структурная схема линейного комплекта с «релейным» интерфейсом увязки с устройствами СЦБ и двумя каналами передачи данных представлена на рисунке 3.3.

Первый и второй каналы передачи данных подключаются к комплектам каналообразующего оборудования «КО 1» и «КО 2» соответственно. Если в качестве «КО 1» и «КО 2» используются модемы тональной частоты, то прямое соединение (прерывистая линия на схеме) «КО 1» и «КО 2» отсутствует.

Сервер линейного комплекта отправляет свои данные по альтернативным маршрутам через «КО 1» и «КО 2», а также осуществляет транзит заданных потоков данных между «КО 1» и «КО 2». Если «КО 1» и «КО 2» не модемы, то транзит потоков осуществляется каналообразующим оборудованием самостоятельно.

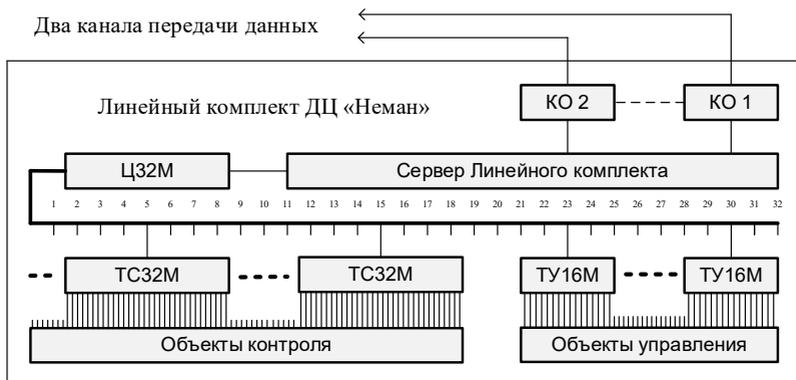


Рисунок 3.3 – Структурная схема линейного комплекта ДЦ «Неман» с «релейным» интерфейсом

Система сопряжения с объектами контроля и управления состоит из одного концентратора «Ц32М», блоков контроля «ТС32М» и блоков управления «ТУ16М». Один концентратор обеспечивает взаимодействие с 32 блоками сопряжения (ТС32М и ТУ16 в произвольном соотношении).

Каждый блок ТС32М обеспечивает подключение к 32 объектам контроля (контрольным точкам). В устройствах СЦБ в ряде случаев функционально отличается непрерывное и пульсирующее напряжение контрольной цепи. Программное обеспечение линейного комплекта представляет такие контрольные точки как два разных значения. Таким образом, один блок «ТС32М» может обеспечивать до 64 контрольных двоичных данных.

Каждый блок «ТУ16М» может управлять (замыкать/размыкать) до 16 независимыми электрическими цепями. Продолжительность управляющего воздействия может быть непрерывной (до отмены), инверсной (нормально замкнутой), импульсной. Длительность управляющего импульса (включения/отключения) цепи определяется индивидуально проектом для конкретной станции и конкретной цепи.

К каждому серверу линейного комплекта может быть подключено несколько устройств «ЦЗ2М», а в линейном комплекте возможна установка произвольного количества серверов линейного комплекта, что снимает практические ограничения на количество объектов контроля и управления. Практический опыт показывает, что около 99 % процентов от всех оборудованных станций требует установки одного устройства «ЦЗ2М», а оставшийся 1 % – двух.

В системах ДЦ предыдущих поколений контроль осуществлялся минимальным количеством устройств, а в ДЦ «Неман» контролируются, как правило, все устройства СЦБ, состояние которых отображается на табло ДСП.

Помимо функций обеспечения дистанционного контроля и управления, линейный комплект позволяет автономно реализовывать маршрутный набор, то есть, получив команду от ДНЦ на установку маршрута, линейный комплект самостоятельно переводит при необходимости стрелки этого маршрута, может изменить установленное направление на перегоне, открывает соответствующие сигналы.

В рамках одной принятой команды возможна установка нескольких маршрутов. Например, подготовка маршрутов для сквозного пропуска поезда по станции. Также программное обеспечение ДЦ позволяет реализовать функции автодействия сигналов, механизм нескольких попыток перевода стрелки, функции автоматического блок-поста и др.

3.1 Резервирование оборудования линейного комплекта ДЦ «Неман»

Резервирование – это один из методов повышения надёжности системы путём введения в неё избыточных компонентов.

Степень резервирования обуславливается отношением стоимости возможных последствий при неисправностях к стоимости оборудования и эксплуатации. Технические ограничения по реализации любой степени резервирования отсутствуют. Практически востребованные варианты резервирования оборудования линейного комплекта с «релейным интерфейсом» представлены на рисунках 3.4 и 3.5.

Первый вариант схемы резервирования, представленный на рисунке 3.4, является наиболее распространённым и обладает следующими свойствами:

- при выходе из строя канала передачи данных 1 и/или каналобразующего оборудования «КО 1» либо канала передачи данных 2 и/или каналобразующего оборудования «КО 2» работоспособность сохраняется в полном объёме;

- при выходе из строя Сервера линейного комплекта или устройства ЦЗ2М требуется их физическая замена, при этом время замены без учёта времени прибытия персонала составляет около 2 минут. До замены оборудования линейный комплект неработоспособен;

– выход из строя оборудования «ТС32М» или «ТУ16М» ограничивает функциональность линейного комплекта до замены неисправного оборудования.

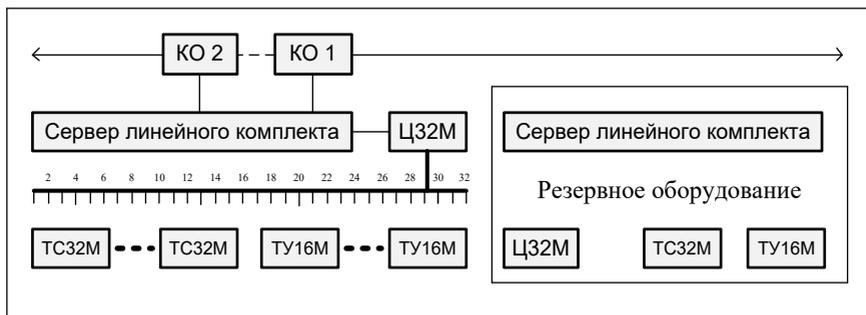


Рисунок 3.4 – Структурная схема резервирования оборудования линейного комплекта (вариант 1)

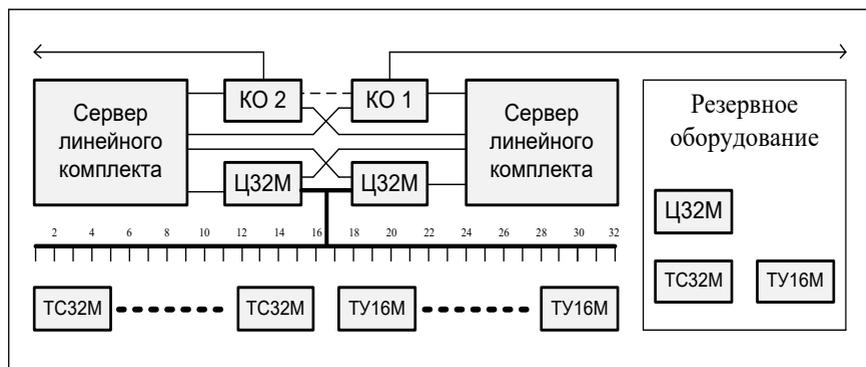


Рисунок 3.5 – Структурная схема резервирования оборудования линейного комплекта (вариант 2)

Второй вариант схемы резервирования, представленный на рисунке 3.5, является более дорогостоящим и применяется в следующих случаях:

- на станциях с диспетчерским управлением и высокой интенсивностью движения поездов;
- станциях, где управление от ДСП реализовано средствами ДЦ «Неман» (функции пульта-табло ДСП выполняет терминальное оборудование ДЦ);
- станциях с ограниченным доступом персонала (государственная граница, закрытые производственные комплексы, зоны отчуждения).

Отличие от первого варианта схемы резервирования состоит в том, что при выходе из строя одного из серверов линейного комплекта либо одного из модулей «Ц32М» сохраняется полная функциональность линейного комплекта. В данном случае коммутацию матрицы блоков к модулю «Ц32М» выполняет компонент схемы комплекта переключения («КП»).

Техническая возможность «горячего» частичного либо полного резервирования модулей «ТС32М» и «ТУ16М» имеется, но на сегодняшний день не востребована. Выход из строя этих устройств очень редок.

Схемы резервирования при «безрейной» увязке с устройствами централизации станций и перегонов являются неотъемлемой частью конкретных типовых решений. Как правило, это дублирующие комплекты с наличием, либо отсутствием перекрёстных связей. Перекрёстные связи повышают отказоустойчивость, но усложняют алгоритм взаимодействия систем.

3.2 Проектные данные прикладного программного обеспечения

Как упоминалось ранее, помимо структурного проекта декларирующего где, что, с какой целью надо установить и загрузить, а также, как и чем это всё соединить, требуется ещё и адаптационный проект, обеспечивающий привязку к реальным станциям и конкретному персоналу унифицированных программных и технических средств [17].

Почти каждое техническое средство нуждается в индивидуальной настройке (компьютеры, коммутаторы, модемы, конвертеры), то есть системные программные средства этих устройств должны быть адаптированы к конкретным условиям применения.

Прикладное программное обеспечение ДЦ «Неман» также унифицировано, его необходимо адаптировать к реальным станциям и пользователям. Данные адаптации состоят из данных конфигурирования и проектов моделей.

Данные конфигурирования определяют достаточно общие характеристики, например, тип используемых протоколов, регламент передачи данных, период и место хранения протоколов и отчётов, основные и альтернативные адреса источников данных и так далее.

Проекты моделей всегда индивидуальны и их разработка наиболее трудоёмка.

3.3 Проекты моделей линейного комплекта

Для линейного комплекта необходимы следующие проектные данные:

- таблицы импульсов телесигнализации и телеуправления;
- карта подключения блоков ввода/вывода и функции каждого входа и каждого выхода;
- описание функций локальной автоматизации.

Если в линейном комплекте используются только модемные соединения, то необходима карта маршрутизации транзита и разветвления данных.

Таблица импульсов – это все импульсы телесигнализации и телеуправления, записанные в определённой форме и последовательности.

Карта подключения определяет фактическое использование адресного пространства подключения блоков на конкретной станции, физическую взаимосвязь контрольных и управляющих импульсов с присоединительными клеммами блоков, а также методы и параметры формирования импульсов управления и способы обработки (расшифровки) данных телесигнализации.

Функции локальной автоматизации позволяют автоматически выполнять определённые алгоритмы. Например, реализация маршрутного управления станцией, циклическое измерение параметров, включение контрольных индикаторов на табло ДСП со светодиодами или индикаторными лампами.

Все разделы проектов линейного комплекта представлены в структурированной текстовой форме и могут разрабатываться и редактироваться в любом доступном текстовом редакторе.

3.4 Проекты моделей интерактивных пользовательских форм

Для пользователей информация ДЦ представлена в интерактивной графической форме, для формирования которой требуются запроецировать в установленной форме следующие разделы:

- базовые модели станций;
- контрольные модели станций;
- модели управления станциями;
- графические детальные образы станций;
- графические структурные образы станций;
- компоновки детальных образов в рамках участков;
- компоновки структурных образов в рамках участков.

Базовая модель станция определяет все её компоненты (пути, стрелки, секции, сигналы, переезды, перегоны, прочие вспомогательные объекты), а также их физические и логические взаимосвязи.

Контрольная модель определяет способы и параметры расчёта состояний для каждого элемента базовой модели станции.

Модель управления станции определяет способы и параметры управления элементами базовой модели станции.

Графические детальные и структурные образы станций определяют их отображаемый вид, методы и параметры отображения каждого из её ассоциированных с базовой моделью элементов, пользовательский интерфейс формирования приказов, взаимосвязи между графическими образами и элементами базовых моделей станций.

Компоновочная карта образов позволяет из отдельных форм собрать одну общую форму (участок), представленную в детальной либо структурной форме. Структурная форма – это весь участок, проецируемый на рабочее пространство из одного или нескольких дисплеев. Детальный образ участка позволяет одновременно отобразить только его небольшую часть (например, станцию). Выбор произвольного фрагмента детального образа может осуществляться посредством скроллинга (прокрутки) либо из структурной формы.

Одна активная базовая модель станции может взаимодействовать с произвольным количеством графических образов этой станции, адаптированных для разных технологических задач.

Проектирование базовых, контрольных и управляющих моделей станции графических образов осуществляется в специализированных САПР.

3.5 Протоколирование данных ДЦ «Неман»

Все данные телесигнализации и телеуправления протоколируются в хронологическом порядке, то есть записываются в файлы протоколов ДЦ. Запись протокола осуществляется в местах, определяемых проектной конфигурацией. Как правило, это все сервера импульсов. Запись ведётся в недельном, годовом или индивидуально определяемом цикле.

Недельный цикл означает, что в любой момент времени всегда имеется архив протокола за последние семь суток и так далее.

Каждый час формируется новый файл протокола, в котором содержатся все сведения о состоянии и изменениях всех данных телесигнализации и телеуправления за данный час. Это структурированные текстовые файлы, которые можно распечатать, проанализировать вручную либо «проиграть» на «плеере» (программное обеспечение ДЦ) с анимацией данных на графическом образе станции либо участка в реальном времени, с ускорением или замедлением, а также возможностью остановки в любом месте.

3.6 Синхронизация времени

Для точного соответствия времени регистрации изменения данных фактическому, системное время вычислительного ресурса необходимо периодически корректировать. Корректировка времени может осуществляться как типовым системным программным обеспечением, так и специально разработанным программным модулем ДЦ. Источником точного времени в сети СПД является единый сервер времени с цезиевыми часами, а в сети ДЦ – навигационная система GPS (приёмник GPS позволяет определять время с точностью до десятков наносекунд).

3.7 Информационная модель ДЦ

Основные структурные компоненты программного обеспечения рабочей системы :

- САПР ДЦ (используется только на этапе проектирования);
- сервер импульсов (далее СИ);
- модели станций (далее МС);
- интерактивный визуальный образ (далее ИВО).

Сервер импульсов обеспечивает актуальную модель первичных данных (управление и состояние контрольных цепей СЦБ), а также сервисные средства структурированного доступа к этим данным.

Модель станций, используя данные сервера импульсов, создаёт объектную модель структурных элементов СЦБ, а также в соответствии с полученными приказами об изменениях состояний объектов СЦБ формирует управляющие приказы управления конкретными контрольными цепями СЦБ.

Интерактивный визуальный образ осуществляет отображение в заданной форме объектных моделей станций и отправку разрешённых управляющих приказов в модели станций.

Итак, если не рассматривать вопросы отказоустойчивости и эксплуатации, а также считать, что полигон ДЦ оборудован высокоскоростной сетью передачи данных, то всего требуется один сервер импульсов, один сервер моделей станций и для каждого пользователя по одному интерактивному визуальному образу. В случае решения вопроса отказоустойчивости, весь вышеперечисленный комплект необходимо увеличить в два раза. Структурная схема такой модели представлена на рисунке 3.6.

У каждого из N ДНЦ имеется по два интерактивных визуальных образа, установленных на двух физических вычислительных ресурсах.

Два комплекта сервера импульсов (СИ) и моделей станций (МС) установленных на двух физических вычислительных ресурсах. Оба эти комплекта ведут все (от 1 до К) модели первичных данных и объектные модели станций.

Фрагмент реальной структурной схемы информационной модели ДЦ представлен на рисунке 3.7.

Сервера импульсов (СИ) 1, 2, 5, 6 – основные и альтернативные сервера участков ДЦ, сервера импульсов 4 и 5 аналогичны, но территориально разнесены, сервера импульсов 7, 8 – групповые сервера полигона, сервер импульсов 9 – групповой сервер открытой сети.

Модель станций (МС) участка 1 и 2 работают с серверами импульсов участков. МС 3 ведёт модели по всему полигону и обслуживает персонал в сети СПД. Другие информационные системы взаимодействуют с СИ 9.

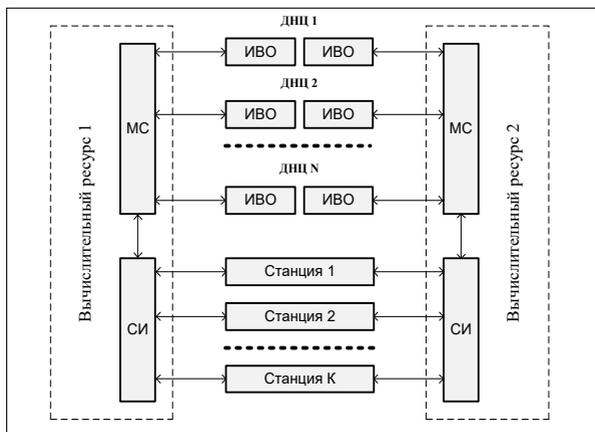


Рисунок 3.6 – Структурная схема формальной информационной модели ДЦ

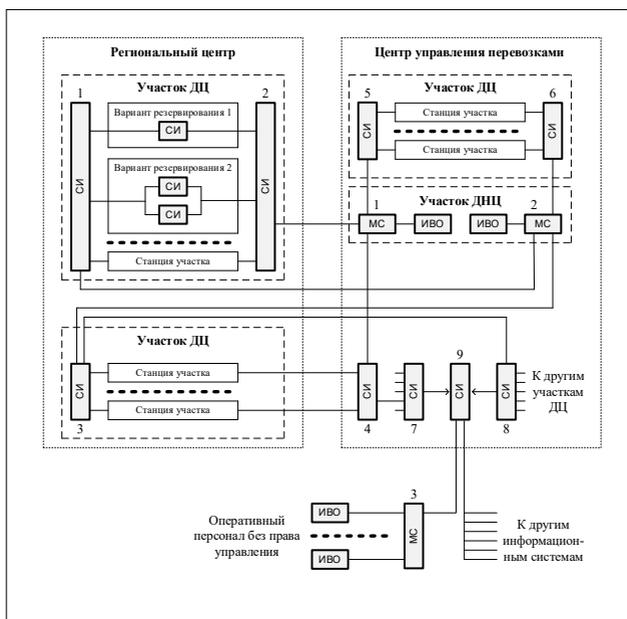


Рисунок 3.7 – Фрагмент реальной структурной схемы информационной модели ДЦ

4 АППАРАТУРА ЛИНЕЙНОГО КОМПЛЕКТА ДЦ «НЕМАН»

4.1 Структура аппаратуры линейного комплекта

Аппаратура линейного комплекта ДЦ «Неман» размещается в специализированном телекоммуникационном шкафу ТШ-ДЦ, который устанавливается в релейном помещении поста ЭЦ станции и является основным элементом линейного пункта. Телекоммуникационный шкаф ТШ-ДЦ предназначен для централизованного размещения оборудования и электропитания линейного пункта, а также является коммутационным узлом локальной вычислительной сети линейного пункта ДЦ «Неман» [6].

Аппаратура линейного комплекта станции диспетчерского управления представляет собой программно-аппаратный комплекс устройств, предназначенных для сбора, обработки и передачи информации о состоянии устройств СЦБ, связи, энергоснабжения и т.п. на центральный пост, а также для реализации управляющих команд, поступающих с центрального поста на объекты управления.

Возможности и характеристики линейного комплекта ДЦ «Неман»:

- работа под ОС MS DOS, MS Windows или Linux;
- организация различного типа каналов передачи данных;
- выделенная физическая линия через модем на расстояние до 40 км по кабелю;
- канал ТЧ через модем на неограниченное расстояние;
- подключение посредством организации сети Ethernet с использованием любого из протоколов: TCP/IP, UDP, IPX;
- подключение неограниченного числа блоков ТУ16/ТС32 в произвольной комбинации;
- оснащение “горячего” полного резервирования оборудования линейного пункта;
- использование интерпретатора “сложных” команд для реализации функций маршрутного набора и автоматизации последовательности действий многократных попыток перевода стрелок;
- протоколирование работы программного обеспечения: ведение протоколов ТС, ТУ, нарушения работы каналов передачи данных за любой промежуток времени;
- выполнение замены пульт-табло на станции с организацией АРМ ДСП с возможностью передачи станции на диспетчерское управление;
- применение для замены устаревших устройств СКЦ, организация управления и контроля удаленными районами станций;

- подключение к линейному пункту любого количества дополнительных АРМов;

- организация через АРМ дежурного по станции управления соседними станциями;

- удаленное администрирование: снятие протоколов работы, корректировка и конфигурация ПО (при организации подключения через сеть Ethernet).

Линейный комплект ДЦ «Неман» (рисунок 4.1) состоит:

- из типовых устройств: компьютеры в промышленном исполнении, модемы, мультиплексоры, коммутаторы ЛВС;

- специализированных устройств: блоки сопряжения Ц32М, блоки теле-сигнализации ТС32М, блоки телеуправления ТУ16М.

Блоки Ц32М, ТС32М и ТУ16М собственной разработки КТЦ являются основными элементами увязки с системами ЭЦ. Уникальный протокол обмена данными с блоками ТУ, ТС и подключение их линий связи к блоку сопряжения Ц32М позволяет избежать необходимости программирования блока к монтажному месту.

Логически линейный пункт можно рассматривать как узел коммутации сообщений (маршрутизатор) и приложение ТУ/ТС. Назначение узла коммутации сообщений состоит в том, чтобы транслировать потоки данных между направлениями в соответствии с объявленной таблицей маршрутизации. Наличие и количество единиц оборудования по каждой позиции определяется проектом для каждой станции. Минимальный вариант ЛП – это один компьютер с интегрированным сетевым адаптером и подключенным к ней устройством Ц32М плюс необходимое количество блоков ТУ16М и (или) ТС32М. На каждое устройство Ц32М может быть суммарно заведено до 32 блоков ТУ16М и ТС32М в произвольном соотношении.

Коммутация компьютера с блоками ТУ16М и ТС32М осуществляется через блок сопряжения Ц32М по матричной структуре. Схема увязки с устройствами ЭЦ разрабатывается и поставляется с комплектом проектной документации индивидуально для каждой станции.

Краткое описание функций, выполняемых составными элементами линейного комплекта, приведено ниже:

- компьютер (основной и резервный) осуществляет трансляцию данных между используемыми устройствами ввода-вывода в соответствии с проектом для данной станции;

- конверторы E1/ TDM – Ethernet/IP позволяют передавать пакеты IP через потоки E1, образует прозрачный канал для подключения любого оборудования с интерфейсом E1 (традиционные УАТС, коммутаторы, базовые станции сотовой связи); беспроводную инфраструктуру сети без какого-либо ухудшения качества передачи информации;

- KVML – представляет собой аппаратный концентратор с переключателями клавиатуры, видео, мыши между персональными компьютерами системы;
- устройство Ц32М обеспечивает физическую организацию канала ввода-вывода с блоками ТУ16М и ТС32М;
- блок ТУ16М осуществляет непосредственное управление исполнительными устройствами;
- блок ТС32М подключается непосредственно к контролируемым устройствам и по запросу передает информацию об их состоянии;
- модем предназначен для передачи цифровой информации по физическим линиям связи или каналам тональной частоты;
- сетевой концентратор может использоваться, если в состав линейного комплекта входит более 3 одновременно работающих компьютера и предназначен для физической организации локальной сети между этими компьютерами.

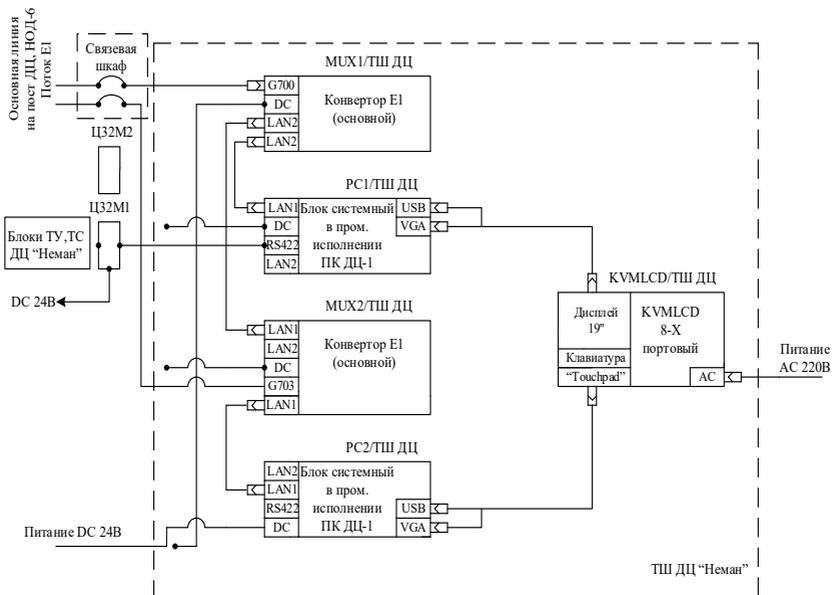


Рисунок 4.1 – Функциональная схема аппаратуры линейного комплекта ДЦ «Неман»

Для передачи известительной информации от линейных комплектов, а также для передачи управляющих команд на линейные комплекты станций диспетчерского управления может использоваться 2- и 4-проводная выделенная кодовая линия или волоконно-оптическая линия связи (рисунки 4.2, 4.3).

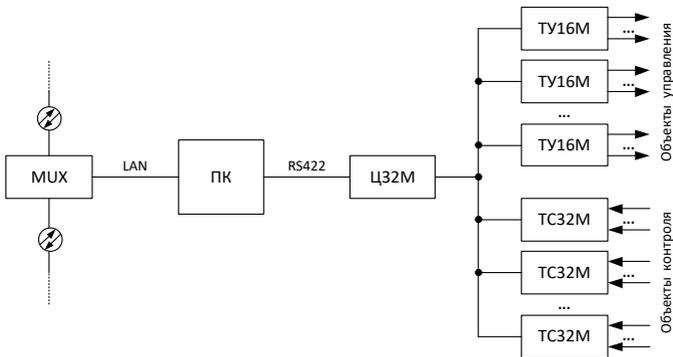


Рисунок 4.2 – Структурная схема аппаратуры линейного пункта ДЦ «Неман» при использовании выделенной оптической линии связи

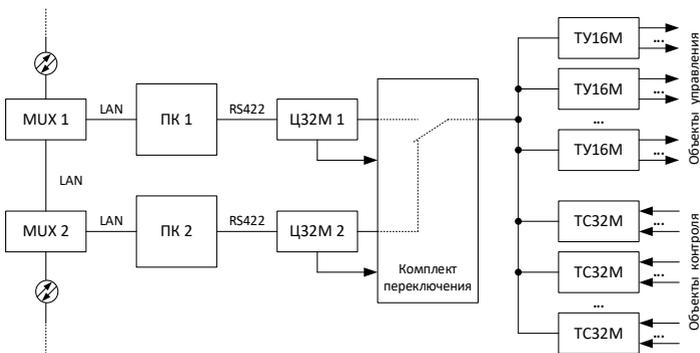


Рисунок 4.3 – Структурная схема аппаратуры ЛК ДЦ «Неман» при использовании выделенной оптической линии связи и организации горячего резервирования оборудования

4.2 Электропитание аппаратуры линейного комплекта

Устройства линейных пунктов диспетчерской централизации относятся к потребителям электроснабжения особой группы первой категории. К потребителям первой категории относятся электроприемники, нарушение электроснабжения которых может привести к опасности для жизни людей, повреждению оборудования, расстройству сложного технологического процесса. Поэтому указанные потребители должны получать питание от надежных, постоянно действующих энергосистем, электростанций, подстанций или линий электропередачи, располагающих достаточной мощностью и имеющих стабильную частоту и напряжение на своих шинах.

Аппаратура линейного комплекта ДЦ «Неман» должна обеспечивать непрерывный процесс работы в реальном режиме времени, в связи с этим для надежного электроснабжения выделяется электрическая сеть, которая по степени надежности энергоснабжения относится к первой категории с напряжением у токоприемников 220В, потребной мощностью до 5 кВт и резервированием питания от ДГА.

Для питания аппаратуры линейного комплекта ДЦ «Неман» применяются устройства электропитания с двойным преобразованием энергии. Устройства электропитания обеспечивают питание всех устройств ДЦ и обеспечивают в течение заданного времени, определяемого емкостью батарей, резервирование питания и защиту устройств ДЦ от любого рода электрических возмущений, в том числе скачков и провалов напряжения [19].

Потребителями электроэнергии является устанавливаемое оборудование линейного комплекта, а именно: компьютеры, ЖК-мониторы, коммутаторы локальной сети, переключатель KVM, модемы, консоль-удлинители, мультиплексоры. Заземление оборудования производится от существующего контура защитного заземления. Функциональная схема электропитания аппаратуры линейного комплекта ДЦ «Неман» приведена на рисунке 4.4.

Прокладка кабеля в помещениях релейной, связевой и питающей выполняется в существующих кабель-ростах. Для подвода кабеля к АРМ ДСП используются кабельные каналы.

Питание 220 В от питающей стойки в телекоммуникационный шкаф (ТШ) подается через ограничители пускового тока и изолирующие трансформаторы, установленные в щите питания. Прямой (ПХ) и обратный (ОХ) провода сечением $2,5 \text{ мм}^2$ подключены к источникам бесперебойного питания (UPS1, UPS2). Мощность ИБП выбрана исходя из расчетов суммарной мощности потребителей (550 Вт) и равна $800 \text{ Вт} \cdot 1000 \text{ В} \cdot \text{А}$. Подключение к потребителям осуществляется с помощью блоков розеток на 8 входов ($\sim 220\text{В}$). От ИБП подключены провода заземления (РЕ) сечением 6 мм^2 .

На автоматизированное рабочее место дежурного по станции АРМ ДСП1 гарантированное питание 220 В подается от источника бесперебойного питания UPS1/ТШ ДЦ, на автоматизированное рабочее место дежурного по станции АРМ ДСП2 гарантированное питание 220 В подается от источника бесперебойного питания UPS2/ТШ ДЦ.

Коммутация резервируемого питания (потребители, подключенные к блоку розеток) осуществляется контактами коммутационного реле в зависимости от активности комплекта один или два комплекта.

Схемой предусмотрен контроль наличия входного переменного напряжения 230 В основного и резервного источников бесперебойного питания. На входах этих источников установлены коммутационные реле.

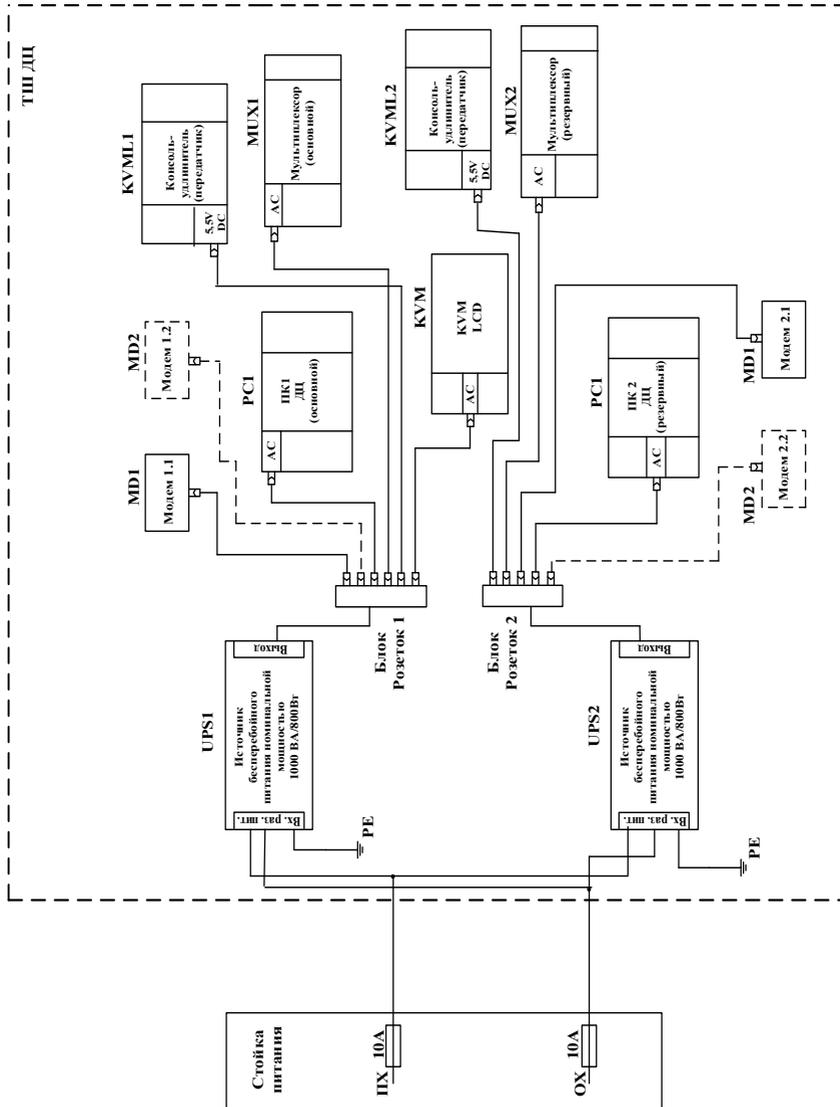


Рисунок 4.4 – Функциональная схема электропитания ЛК ДЦ «Неман»

В таблице импульсов ТС добавлены импульсы ИБП1 и ИБП2. Через контакты коммутационных реле по каналу ТС выполнен контроль напряжения с установкой шильды на мониторах АРМ пользователей.

Блоки ТУ и ТС запитываются от контрольной батареи ЭЦ напряжением 24 В через защитный предохранитель. Рабочий диапазон питания блоков – от 16 до 40 В.

4.3 Разработка таблиц распределения импульсов в блоках ТУ и ТС

При определении необходимого количества блоков ТУ и ТС для одного линейного комплекта разрабатываются таблицы распределения импульсов в соответствии с количеством объектов управления и контроля и количеством цепей управления и съема информации.

Группировка импульсов ТС идет по станциям, без распределения по каналам и группам как в системе «Нева», «Минск» и др. [6].

В таблице импульсы ТС должны располагаться в определенной последовательности (рисунок 4.5):

- *стрелки*: 1.пк – плюсовое положение стрелки, 1.мк – минусовое положение стрелки, 5.пк, 5.мк и т. д.;

- *путь*: 3.П-занятие пути, ЧП.БП – занятие участков пути, 1.СП – занятие стрелочной секции;

- *бесстрелочные и стрелочные секции*: 3. Пз – замыкание участка 3П, ЧП.БПз – замыкание бесстрелочного путевого участка, 1.СПз – замыкание стрелочной секции;

- *входные светофоры*: Н.ВС – поездной сигнал, Н.ВСП – пригласительный сигнал, Н.ВКО – горение лампы красного огня;

- *выходные светофоры*: Н2.С – поездной сигнал, Н2См-маневровый сигнал, Н2Со-перегорание нити огня светофора, Н.ВА – неисправность;

- *маршрутные светофоры*: НМ2.С – поездной сигнал, НМ2.СП – пригласительный сигнал, НМ2.См – маневровый сигнал;

- *маневровые светофоры*: М1.МС – поездной сигнал, М1.МСо – перегорание нити огня светофора;

- *контроль перегона*: Н.КПс – свобода, Н.КПз – занятие, Н.КПп – прием, Н.КПо – отправление, Н.КПж – наличие ключа-железа перегона, 1Ч.ПУс – свобода участка приближения-удаления, 1Ч.Пуз(Кз) – занятие участка приближения-удаления, ГРИ – искусственная разделка секций, вся информация (занятие, информация о направлении движения, РОН(Ч), АСНН(Ч), авария сигнальных точек автоматической блокировки, ключ-желез, для полуавтоматической блокировки – это контроль дачи согласия на отправление, контроль фактического прибытия поезда на станцию и т. д.) группируется для каждого подхода отдельно;

- *перезеды*: 460.ПЕз – закрытие, 460.Пен – неисправность переезда

(предварительный отказ), 460.ПЕа(Оз) – авария (опасный отказ), 460.ПЕи – исправность переезда;

– режим горения сигналов: ДНд – день, ДНн – ночь, ДНр – ручной режим, Дна – автоматический;

– макет стрелки: РКМ – включение макета стрелки, РКМп – рукоятка макетва в «плюс», РКМм – рукоятка макета в «минус» автодействие, ВУ, СУ, КСУ, КРПС, МГ и т. д.;

– информация по питанию: 1Ф – рабочий фидер под нагрузкой; 1Фнал – наличие фидера; ДГАр – работа(запуск)ДГА; ДГАа – авария; ДГАН – неисправность; КЩа – исправность щита;

– неисправности: ВЗ – общий взрез, ВЗ(Оз) – включение звонка взреза, КПП – контроль перегорания предохранителей, КППа – контроль исправности схемы и т. д.

Каждая из позиций должна начинаться с новой строчки. Принятый порядок расположения импульсов в таблице необходим для удобства пользования таблицей при наладке и эксплуатации.

№ ТС № группы	16 ТС		23ТС		34ТС	
1 обр. 10	5.пк	5.мк	2/4.пк	2/4.мк	2-8.СП	2-8.СПз
						2-8.СПир
	1	2	1	2	1	2
	11/13.пк	11/13.мк	6/8.пк	6/8.мк	4-42.СП	4-42.СПз
						4-42.СПир
3	4	3	4	3	4	
...	
4 обр. 32	35.пк	35.мк	22.пк	22.мк	40.СП	40.СПз
						40.СПир
	33	34	33	34	33	34
	41.пк	41.мк	24.пк	24.мк	42.СП	42.СПз
						42.СПир
	35	36	35	36	35	36
	43.пк	43.мк	26.пк	26.мк	44.СП	44.СПз
						44.СПир
39	40	39	40	39	40	

	– импульс ТС в режиме непрерывного горения;
	– импульс ТС в режиме мигания;
	– адрес подключения.

Рисунок 4.5 – Фрагмент адресной таблицы ТС

Клетка таблицы импульсов телесигнализации разделена на 3 части. В нижней части пишется монтажный адрес точки съема информации с блока ТС, в двух оставшихся – аббревиатура названия импульсов.

Если съем информации осуществляется с лампочки или полюсов питания, работающих в двух режимах, непрерывный и мигающий, то в верхней части пишется название импульса в непрерывном режиме, а в средней части – название импульса в режиме мигания.

В таблице телеуправления (рисунок 4.6) импульсы должны быть скомпонованы по группам назначения в следующем порядке:

– *стрелки*: 1.пу – перевод в плюс, 1.му – перевод в минус;

– *искусственная разделка*: 6/12.БПир – путевого участка, 1-3.СП – стрелочной секции; ГРИ – групповая искусственная разделка, ГРИп – предварительная для групповой искусственной разделки;

– *входные светофоры*: Н.ВС – открытие сигнала светофора;

№ ТУ № ключа	11ТУ	22ТУ	15ТУ	18ТУ	24ТУ	25ТУ
1	5.пу	2/4.пу	НПБ.Пир	ЧПБ.Пир	Н.ВС	ЧВ.С
	1	1	1	1	1	1
2	5.му	2/4.му	1/19.БПир	2-8.Спир	НМ1.См	Ч1.С
	3	3	3	3	3	3
3	11/13.пу	6/8.пу	11-17.Спир	6-10.Спир	НМ2.См	Ч1.См
	5	5	5	5	5	5
4	11/13.му	6/8.му	13.Спир	12-14Спир	НМ.2С	Ч2.С
	7	7	7	7	7	7
...
15	29СОПУ	38ПУ	29СО Спир	26.Спир	НМ.6С	Ч6.С
	37	37	37	37	37	37
16	29СОМУ	38МУ	35Спир	30-22.Спир	НМ.2См	Ч6.См
	39	39	39	39	39	39

Рисунок 4.6 – Фрагмент адресной таблицы ТУ

– *выходные светофоры*: Н2.С – открытие сигнала светофора, Н2.См – открытие маневрового сигнала светофора;

– *маневровые светофоры*: М1.МС – открытие сигнала светофора;

– *контроль перегона*: Н.Кпро – разрешение отправления на перегон, Н.Кпора – отмена разрешения на отправление, Н.КПсн – смена направления, Н.Кпосо – аварийная смена направления на отправление, Н.Кпосп – аварийная смена направления на прием, Н.Кпос – предварительная для аварийной смены направления;

– *аварийный перевод стрелок*: Н.СА – аварийный перевод стрелок, Н.Сап – предварительная для аварийного перевода стрелок;

– *прочие команды*: режим «горения сигналов», очистка стрелок, служебные импульсы ДЦ и т. д.

В таблице импульсов ТУ клетка разбита на две части. В верхней половине клетки таблицы указывается название импульса ТУ, в нижней монтажный адрес, блока ТУ. Обозначение команд телеуправления и телесигнализации и примеры разработки таблиц распределения импульсов ТУ и ТС приведен в приложении Б и В.

4.4 Подключения блоков ТУ и ТС к устройству сопряжения Ц32

Каждое устройство Ц32 позволяет подключить до 32 блоков ТУ/ТС. Подключение блоков выполняется в виде матрицы 4x8. Если количество подключаемых блоков меньше 32, их равномерно распределяют по линиям связи (Y1–Y4, X1–X8) [6]. Структурная схема подключения блоков ТУ/ТС приведена на рисунке 4.7.

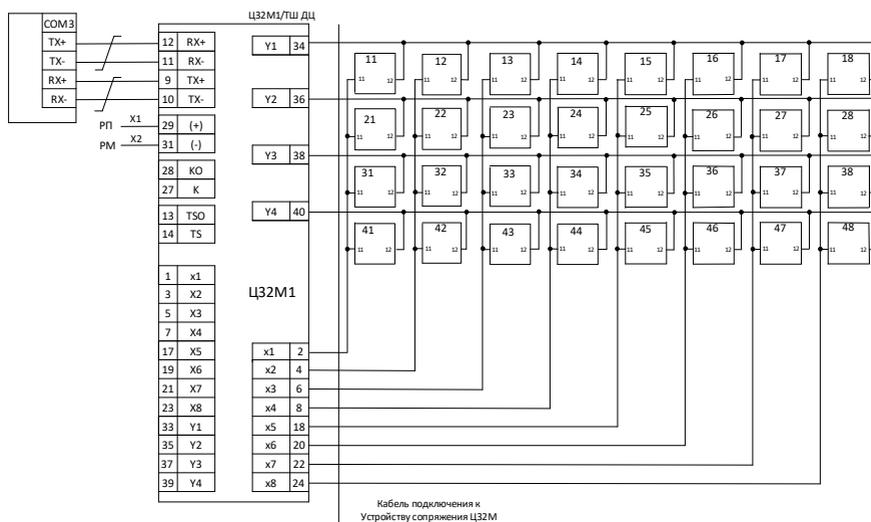


Рисунок 4.7 – Структурная схема подключения блоков ТУ/ТС к устройству Ц32М

При неполном использовании емкости матрицы подключения блоков ТУ и ТС, для повышения надежности, желательно равномерно нагружать шины типа «Yn» и «Xn». С точки зрения более равномерного использования линий связи, для снижения количества блоков, теряющих связь, при повреждении какой либо линии.

4.5 Устройство сопряжения Ц32

4.5.1 Назначение, структура, принцип действия

Устройство сопряжения Ц32 предназначено для работы в составе комплекта линейной аппаратуры и является промежуточным устройством между промышленным компьютером и блоками ТУ и ТС, организованных в

виде матрицы 4×8, количество и соотношение которых определяется проектом для каждой станции [7]. В процессе работы устройство сопряжения позволяет подключить к компьютеру одновременно группу состоящую максимум из восьми блоков ТУ и ТС, количество и соотношение которых также определяется проектом и обеспечивает обмен данными на скорости не менее 2000 Бод параллельно с 8 блоками по интерфейсу RS-422. Удаленность блока Ц32 от компьютера до 1 км. Первоначально устройство сопряжения представляло собой типовую ISA плату расширения (рисунок 4.8) для компьютера. Далее, устройство сопряжения было выполнено в виде типового блока ДЦ.

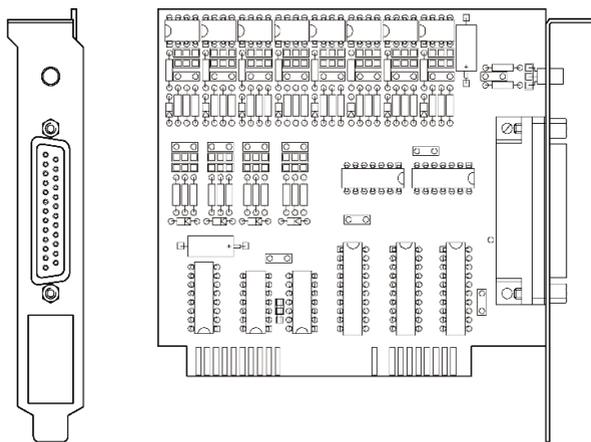


Рисунок 4.8 – Внешний вид платы сопряжения Ц32

Входные параметры устройства сопряжения Ц32 по цепям X:

- ток регистрации логической «1» – не менее 5 мА;
- ток регистрации логического «0» – не более 0,2 мА;

Выходные параметры устройства сопряжения Ц32:

- по Y-выходам входящий и выходящий токи при сопротивлении нагрузки 80 Ом – не менее 100 мА;
- по X-выходам входящий и выходящий токи при сопротивлении нагрузки 80 Ом – не менее 10 мА;
- скорость изменения напряжения по выходам X и Y не должна быть более 1 В/мкс;
- средняя наработка на отказ должна быть не менее 96 000 ч;
- средний срок службы должен быть не менее 10 лет.

Устройство Ц32 состоит из следующих функциональных узлов (рисунок 4.9) [2]:

- дешифратор адреса – DD3. Основная функция – однозначно определить, с каким устройством в данный момент будет происходить обмен дан-

ными, а при использовании двух блоков Ц32 – с каким именно блоком;

- регистры записи – DD5 и DD6. Служат для снижения нагрузки на шину данных компьютера и хранения данных, формирования управляющего воздействия на выходные усилительные каскады;

- буфер – DD4. Служит для промежуточного хранения данных, полученных от блоков ТС32;

- четыре однонаправленных усилительных передающих каскада. Служат для преобразования уровня логического сигнала (логической «1» соответствует 12 В, а логическому «0» – 0 В);

- восемь двунаправленных усилительных приемопередающих каскадов с возможностью выдачи логического сигнала в виде 0 и 12 В и считывания сигнала с внешних устройств.

Рассмотрим алгоритм функционирования устройства. Если на адресной шине выставлен адрес, на который произведена настройка дешифратора, то в зависимости от сигналов шины управления производится запись информации шины данных в один из регистров либо чтение из буфера.

Программа-резидент (драйвер устройства) записывает байт во второй регистр записи, при этом, в соответствии с активным состоянием бита переданного байта, выбирается уровень сигнала на соответствующей линии Y.

Каждый бит байта, записанного в первый регистр записи, задает уровни сигнала на каждой линии X. Таким образом, в зависимости от записанных программой в регистры значений устанавливается уровень сигнала на линиях Y1–Y4, X1–X8 и происходит обмен данными с блоками.

Каждый блок ТУ16, ТС32 подключен к одной из линий X и Y, чем достигается схемное закрепление за блоком конкретного физического адреса. При получении по своим линиям связи тактирующего сигнала блок производит чтение-передачу данных.

Пакет данных состоит из 10 бит. Передача бита информации осуществляется двумя этапами. Первый этап – тактирующий – на линии Y низкий уровень сигнала, а на линии X – высокий. Второй этап – информационный, блоком Ц32 устанавливается высокий уровень сигнала на линии Y.

Если осуществляется передача данных в блок ТУ16, уровень сигнала на линии X устанавливается в соответствии со значением передаваемого бита, низкий соответствует передаваемой "0", высокий – "1".

Если осуществляется прием данных от блока ТС32, на линии X устанавливается низкий уровень сигнала, а передающее устройство изменяет свое входное сопротивление линейного входа ("закорачивает" линию), при этом низкое входное сопротивление соответствует передаче "1", высокое – "0".

Временная диаграмма одного цикла обмена данными со всеми устройствами ТУ16, ТС32 приведена на рисунке 4.10.

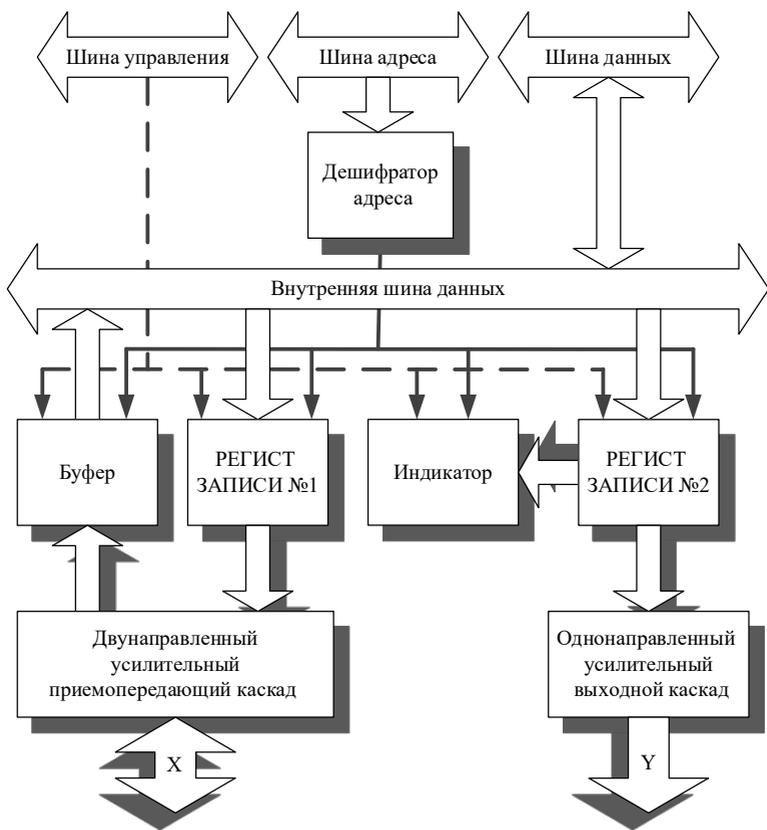


Рисунок 4.9 – Функциональная схема устройства сопряжения Ц32

Цикл обмена информацией с блоками ТУ/ТС состоит из 4 фаз – это обмен с блоками, подключенными к шине Y1–Y4. В каждой фазе происходит параллельный обмен данными с 8 блоками (если они установлены).

Все 16 ключей блока ТУ16 разбиты на тетрады (по четыре), за один цикл обмена данными передаются данные о состоянии ключей одной из тетрад, таким образом, передача информации о всех ключах происходит за 4 цикла. Фрагмент временной диаграммы цикла обмена данными для блока ТУ16 и структура пакета данных приведена на рисунке 4.11.

Аналогичным образом происходит обмен данными с блоком ТС32, передача информации о состоянии всех входов происходит за 8 циклов. Фрагмент временной диаграммы цикла обмена данными для устройств ТС32 и структура пакета данных приведены на рисунке 4.12.

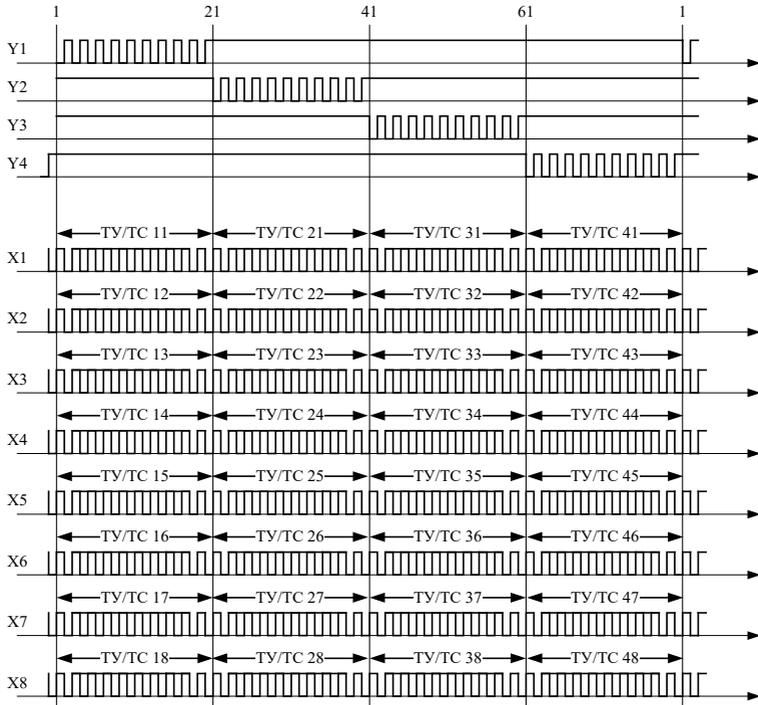


Рисунок 4.10 – Временная диаграмма цикла обмена данными с блоками ТУ/ТС



Рисунок 4.11 – Временная диаграмма цикла обмена данными блока ТУ16



Рисунок 4.12 – Временная диаграмма цикла обмена данными блока ТС32

4.5.2 Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32

Устройство сопряжения Ц32 (приложение Г) является цифровым устройством. Вся информация представляется в виде логических «0» и «1». Устройство сопряжения Ц32 реагирует на адреса 03AE и 03AF и может обслуживать до 32 абонентов (модулей сбора информации и управления), с которыми соединяется посредством кабеля.

Из приложения Г видно, что абоненты располагаются в виде матрицы 4x8. Доступ возможен одновременно к 8 абонентам. Эти абоненты составляют строку. Чтобы выбрать нужную строку, необходимо подать на один из четырех однонаправленных усилительных выходных каскадов (Y1–Y4) синхропакет, состоящий из 10 импульсов. Работа происходит на синхронизирующей частоте. Это удобно с той точки зрения, что скоростью работы можно управлять программно.

Если на Y подается синхропакет, то соответствующая строка активизируется и за время прохождения этого пакета происходит считывание или передача информации.

Синхропакет состоит из последовательности импульсов на выходе Y. Формирование импульсов происходит подачей логической «0» на Y и логического «1» на X. Затем следует переполюсовка: на Y подается «1», а на X – «0». В это время происходит считывание состояния абонента. Если нужно передать какую-либо информацию, то в момент, когда на Y подается «1», на X можно подавать «0» или «1» в зависимости от того, что нужно передать.

Выбор строки происходит следующим образом:

На шину адреса подается адрес 03AF, на шину данных выставляется код, выбирающий нужную строку элементов по Y, и на контакт W подается управляющий сигнал «Запись». В этом случае дешифратор адреса DD3 выбирает регистр записи DD6, и данные с регистра DD6 через инвертор поступают на выходные однонаправленные усилительные каскады Y1–Y4, где, усиливаясь, передаются на внешнюю шину. Таким образом, на выбранном Y устанавливается единица. Затем происходит переполюсовка.

На входную адресную шину подается адрес 03AE, на вход W – сигнал «Запись», а на шину данных – необходимые данные. Дешифратор адреса DD3 выбирает регистр записи DD5. Этот регистр (через инвертор) передает данные на 8 усилительных приемопередающих каскадов (X1–X8). На этих каскадах сигнал усиливается и через оптроны выдается на внешнюю шину. Таким образом происходит формирование одного синхротакта. При повторении этой процедуры десять раз, формируется синхропакет. Если обслуживаемый абонент-блок телесигнализации (ТС), то при состоянии Y = «1», а X = «0» осуществляется считывание состояния этого блока.

Считывание происходит следующим образом:

на входную адресную шину подается адрес 03AE. На вход R подается сигнал «Чтение». По этим сигналам активизируется буфер считывания DD4. На оптронах происходит считывание информации с внешней шины, затем через буфер DD4 эта информация по состоянию сигнала R передается на шину D1–D8.

Если обслуживаемый абонент – блок телеуправления (телесигнализации), то при состоянии Y = «1», в зависимости от того, что нужно передать, на X подается «0» или «1».

4.5.3 Принцип действия функциональных узлов устройства сопряжения Ц32

Рассмотрим каждый функциональный узел устройства сопряжения Ц32. Дешифратор адреса (рисунок 4.13) построен на элементах логики DD1(KP1533ЛЕ1) 8 И-НЕ, DD2(KP1533ЛА2) 2 ИЛИ-НЕ и непосредственно самого дешифратора DD3(KP1533ИД7).

Микросхема DD3 представляет собой двоично-десятичный дешифратор-демультиплексор, преобразующий трехразрядный код A0–A2 в напряжение низкого уровня, появляющееся на одном из восьми выходов D0–D7.

Дешифратор имеет трехходовый логический элемент разрешения, дешифрация происходит, когда на входах V2, V3 действует напряжение низкого уровня, а на входе V1 – высокого. При других сочетаниях уровней на входах разрешения на всех выходах будет напряжение высокого уровня.

Вход дешифратора адреса подключается к адресной шине компьютера A0–A9. Любой возможной входной комбинации соответствует одно из трех состояний дешифратора (таблица 4.1).

Если на шине адреса установлен адрес 03AEh, то на выходе D0 дешифратора появляется “0” и к шине данных для операций записи и чтения подключаются регистр DD5 и буфер DD4 соответственно, а при установке адреса 03AFh на выходе D1 дешифратора появляется “0” и к шине данных для записи подключается регистр DD6. При замене положения переключки XP1 адреса меняются на 01AEh и 01AFh соответственно [7].

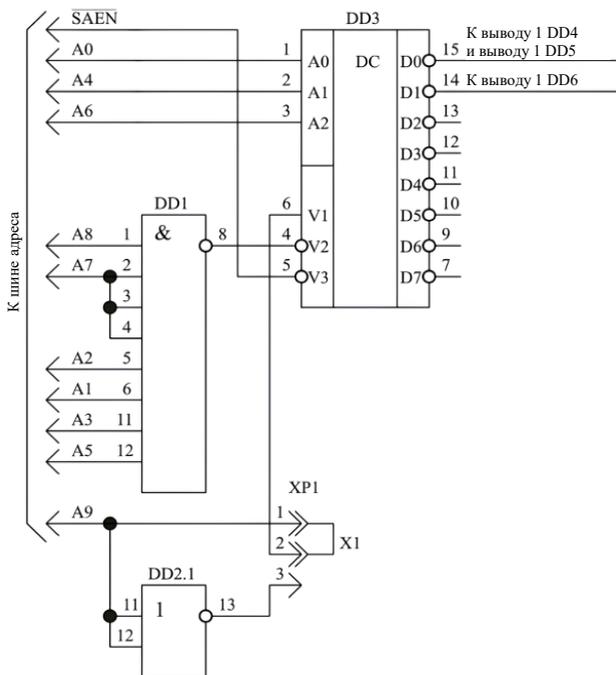


Рисунок 4.13 – Дешифратор адреса блока Ц32

Таблица 4.1 – Состояния дешифратора DD3

Адрес	Вход											Перемычка XP1	Выход	
	hex	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		SAEN	D0
1AEh	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1–2	0	1
1AFh	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1		1	0
3AEh	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	2–3	0	1
3AFh	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1		1	0
xxx	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	Любое	1	1

Регистры записи DD5(KP1533IP27) и DD6(KP1533IP27) предназначены для управления состоянием выходных усилительных каскадов (рисунок 4.14). Регистр имеет синхронный тактовый вход WR и синхронный вход разрешения параллельной загрузки ER. Если на вход ER подано напряжение низкого уровня, то данные со входов D0–D7 загружаются в регистр. На выходе эти данные появятся одновременно с приходом положительного перепада тактового импульса WR. Когда на входе ER действует напряжение высокого уровня, то обеспечивается режим хранения информации.

По шине управления передаются импульсы W и CLC – записи данных в регистр и тактовой частоты соответственно.

Входы ER регистров подключаются к дешифратору адреса таким образом, что выставленное на адресной шине значение определяет, в какой из регистров будет происходить загрузка информации с шины данных.

Входы WR подключаются к шине управления (к тактовому сигналу и сигналу разрешения записи), поэтому по команде записи данных информация, помещенная в регистр, появляется на выходе.

Информация из регистра DD5 через инверторы поступает на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады шин X1–X8, а информация из регистра DD6 – через инверторы на однонаправленные усилительные выходные каскады шин Y1–Y4.

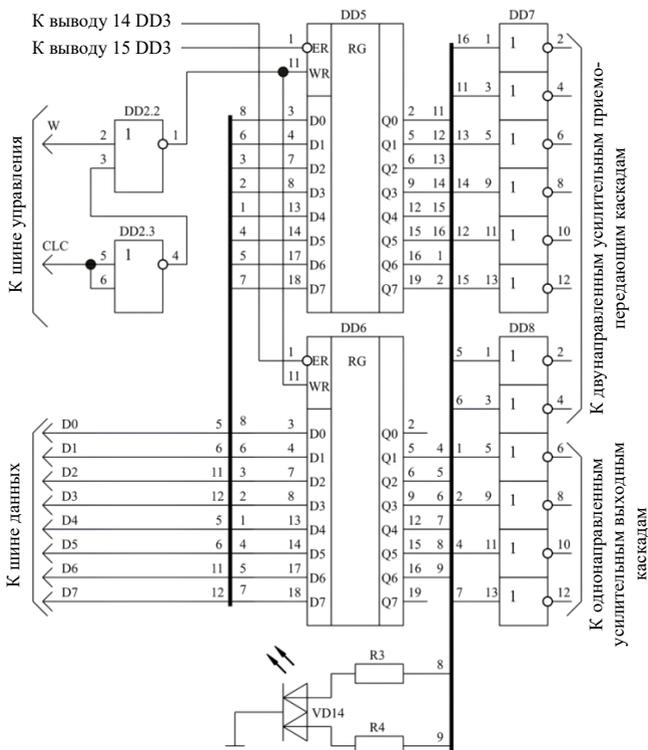


Рисунок 4.14 – Схема регистров записи блока ЦЗ2

Инверторы DD7(K1533ЛН3) и DD8(K1533ЛН3) с открытым коллектором служат для перехода на 12 В интерфейс. Индикатор VD14 представляет собой двухцветный светодиод. Основное назначение – проверка аппаратной совместимости блока ЦЗ2 с компьютером при помощи специальной диагностической про-

граммы, при этом алгоритм включения светодиода аналогичен алгоритму работы с однонаправленными усилительными выходными каскадами шин Y1–Y4.

Однонаправленный усилительный выходной каскад представляет собой двухтактный эмиттерный повторитель (рисунок 4.15), напряжение на выходе которого повторяет напряжение на входе. Эмиттерный повторитель состоит из 2 биполярных транзисторов различной полярности VT1 (КТ972) и VT2(КТ973), диода VD1(КД522), двух резисторов R5 и R6 (5,1 кОм) и конденсатора C8.

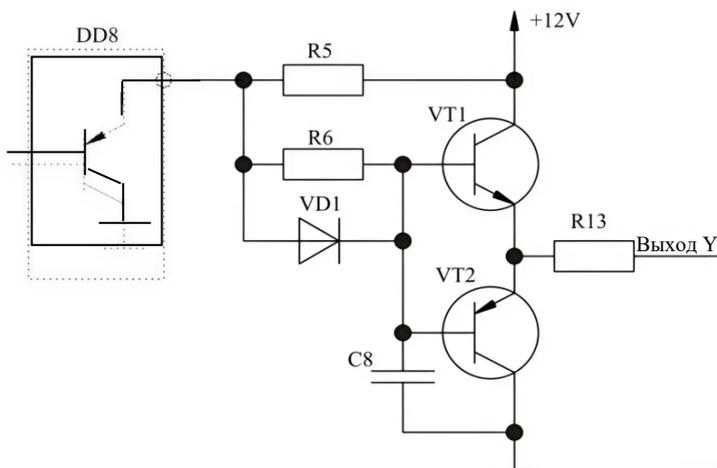


Рисунок 4.15 – Схема однонаправленного усилительного выходного каскада блока Ц32

Конденсатор предназначен для сглаживания фронтов импульсов и уменьшения создаваемых радиопомех. Диод VD1 и резисторы R6, R5 служат для асимметрии разряда конденсатора, причем заряд идет через элементы R5 и VD1, а разряд – через R6.

Если в инверторе DD8 открыт выходной транзистор, то на входе каскада устанавливается нулевой потенциал, открывается транзистор VT2 и закрывается транзистор VT1, при этом на выходе Y каскада устанавливается уровень логического нуля.

В противном случае, если выходной транзистор инвертора DD8 закрыт, на входе каскада присутствует положительный потенциал, поданный через резистор R5, при этом закрывается транзистор VT2, открывается транзистор VT1 и на выходе Y каскада устанавливается уровень логической единицы (примерно 12 В). Таким образом происходит формирование сигнала по шине Y.

Двунаправленный усилительный приемопередающий каскад предназначен для усиления, приема и передачи информации, он полностью идентичен

однаправленному усилительному выходному каскаду и состоит из двухтактного эмиттерного повторителя и оптрона (рисунок 4.16). Работа двухтактного транзисторного усилителя описана выше.

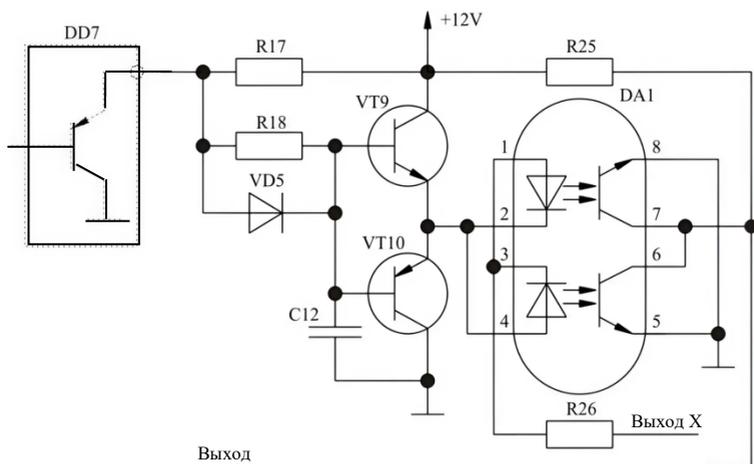


Рисунок 4.16 – Схема двунаправленного приемопередающего усилительного выходного каскада блока ЦЗ2

Оптрон DA1 предназначен для приема данных от блоков ТС и контроля работы блоков ТУ/ТС. Передача данных от блоков происходит посредством последовательной манипуляции выходным сопротивлением в соответствующем информационном такте. Если подключенное внешнее устройства (блок ТС32/ТУ16) имеет маленькое входное сопротивление, то срабатывает диод в оптроне, при этом транзистор открывается и изменяется потенциал на входе буфера DD4.

Буфер считывания DD4(KP1533АП14) предназначен для промежуточного хранения данных, полученных от блоков с оптронами двунаправленных приемопередающих усилительных каскадов (рисунок 4.17). Буфер имеет синхронный тактовый вход EX и синхронный вход разрешения параллельной загрузки SEB. Если на вход EX подано напряжение низкого уровня, то данные со входов D0–D7 загружаются в регистр. На выходах Q0–Q7 эти данные появятся одновременно с приходом тактового импульса SEB. Когда на входе EX действует напряжение высокого уровня, то обеспечивается режим хранения информации. Вход EX буфера подключают к дешифратору адреса, определяющего с какой микросхемой в данный момент будут производиться действия. Вход SEB подключают к сигналу R шины управления, таким образом, с приходом сигнала чтения с шины управления данные буфера передаются на шину данных.

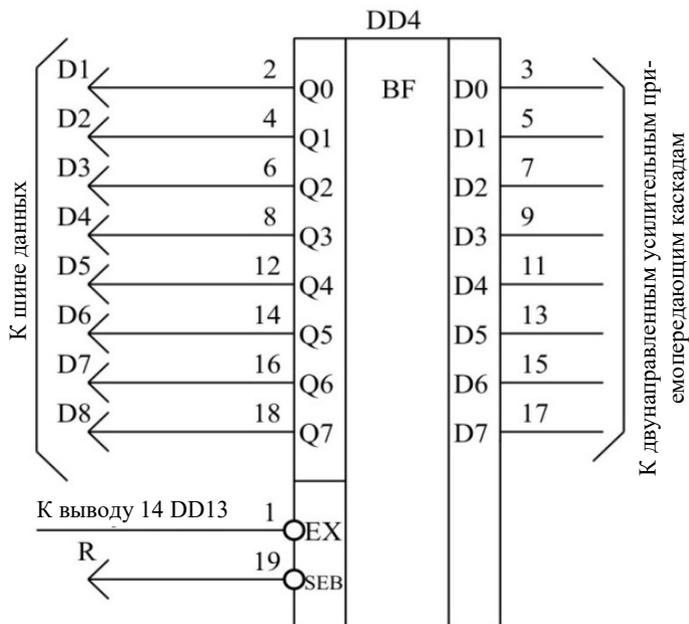


Рисунок 4.17 – Схема буфера считывания блока Ц32

4.5.4 Организация канала передачи данных

Рассмотрим процесс формирования импульсов на шине Y. Для этого на шину адреса подается адрес 03AF, а на шину данных выставляется код, выбирающий одну из линий Y1..Y4. В нашем случае, код на шине данных будет таким, при котором будет выбрана линия Y1. Затем дешифратор адреса DD3, выполняющий функцию выбора регистров записи DD5 и DD6 и подключения буфера DD4, выбирает регистр записи DD6, установив на своем выходе D1 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные по выбору линии Y1 загружаются в регистр записи DD6, и по положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра DD6 – управляющий сигнал «Запись», данные с выходов Q0..Q7 регистра DD6 поступают через инверторы на однонаправленные усилительные выходные каскады линий Y1..Y4. Для того чтобы выбрать линию Y, регистр DD6 подаст на свой выход Q4 сигнал высокого уровня «1», а на остальные – низкого уровня «0». Затем после однонаправленного усилительного выходного каскада на линии Y1 установится сигнал низкого уровня «0», а на остальных линиях – высокого уровня «1».

Рассмотрим процесс формирования импульсов на линиях X1..X8. Пока на линии Y1 еще держится «0», на входную адресную шину выставляется

адрес 03AE, а на шину данных подаются необходимые данные для работы с блоками ТУ и ТС, подключенными к линиям X1..X8. Дешифратор адреса DD3 для операций записи и чтения выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4 соответственно, установив на своем выходе D0 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные загружаются в регистр DD5, и по положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра записи DD5 – управляющий сигнал «Запись», данные с выходов Q0..Q7 регистра DD5 поступят через инверторы на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады линий X1..X8. Так как установленный на линии Y1 логический «0» соответствует тактирующей части синхротакта, то на выходах Q0..Q7 регистра DD5 будут установлены логические «0», а после инверторов и двунаправленных приемопередающих усилительных каскадов на линиях X1..X8 появятся логические «1».

Затем происходит переполусовка и на линии Y1 устанавливается логическая «1» – информационная часть синхротакта. В зависимости от того какой из блоков (рисунки 4.18, 4.19) является обслуживаемым абонентом выделяют следующие случаи:

1 Блок телесигнализации (ТС), то на X устанавливается логический «0» и устройство Ц32 осуществляет считывание информации этого блока. Рассмотрим, как это происходит. На входную адресную шину подан адрес 03AE. Дешифратор адреса DD3, для операций записи и чтения, выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4 соответственно, установив на своем выходе D0 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные с входов D0..D7 буфера DD4, которые подключены к двунаправленным приемопередающим усилительным каскадам, загружаются в буфер DD4, и по тактовому импульсу на входе SEB (шина управления R) буфера DD4 – управляющий сигнал «Чтение», данные с выходов Q0..Q7 буфера DD4 поступят на шину данных компьютера. Если блоку ТС необходимо передать логическую «1», то управляющим воздействием процессора открывается транзистор оптрона DA1.2 блока ТС (см. рисунок 4.18).

Это приведет к «закорачиванию» «информационной» цепи и открытию транзистора оптрона DA1 устройства Ц32. При этом питание +12В через резистор R25 и транзистор оптрона DA1 будет подключено на землю. На входе D0 буфера DD4 будет низкий потенциал, который после передачи на компьютер будет расшифрован как логическая «1». Если блоку ТС необходимо передать логический «0», то управляющим воздействием процессора закрывается транзистор оптрона DA1 блока ТС. Это приведет к разрыву «информационной» цепи и закрытию транзистора оптрона DA1 устройства Ц32. На входе D0 буфера DD4 будет высокий потенциал, который после передачи на компьютер будет расшифрован как логический «0»;

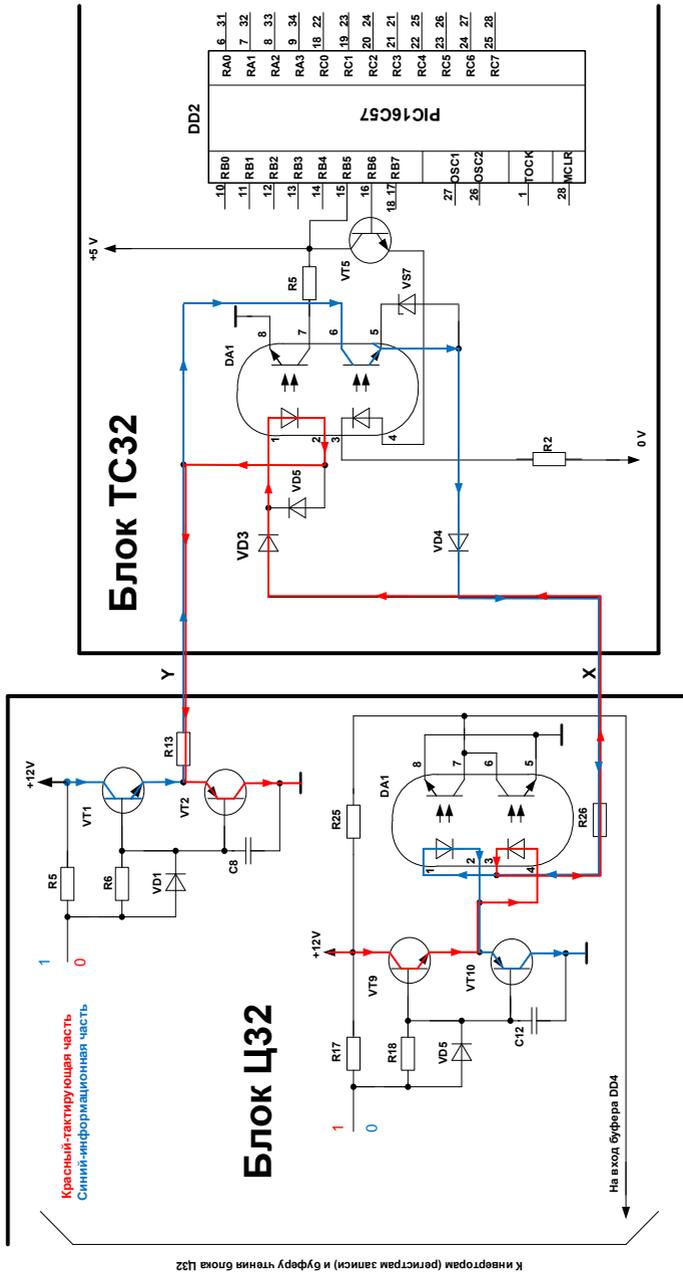


Рисунок 4.18 – Схема усилительного каскада блока Ц32 и блока ТС32

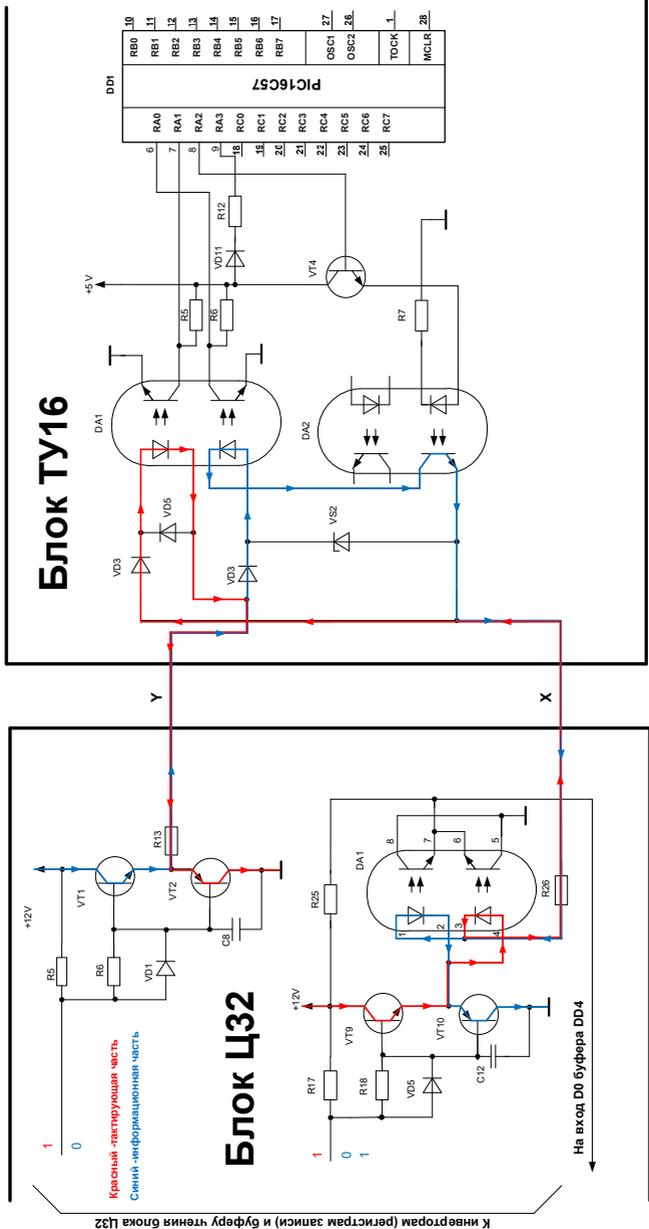


Рисунок 4.19 – Схема усилительного каскада блока ЦЗ2 и блока ТУ16

2 Блок телеуправления (ТУ), то в зависимости от того, что нужно передать, на линию X подается «0» или «1». Рассмотрим, как это происходит. На входную адресную шину подан адрес 03AE. Дешифратор адреса DD3 для операций записи и чтения выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4 соответственно, установив на своем выходе D0 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные загружаются в регистр DD5, и по положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра записи DD5 – управляющий сигнал «Запись», данные с выходов регистра DD5 поступят через инверторы на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады линий X1...X8. Таким образом, на шинах X1...X8, к которым подключены блоки ТУ, будут установлены высокие либо низкие уровни сигналов в зависимости от управляющих команд.

Для того чтобы передать в блок ТУ логическую «1», необходимо подать высокий уровень сигнала на вход двунаправленного приемопередающего усилительного каскада (см. рисунок 4.19). Это приведет к разрыву «информационной» цепи, что приведет к закрытию транзистора оптрона DA2.1. Процессором блока ТУ воспримется это как приход логической «1». Если необходимо передать логический «0», тогда на вход двунаправленного приемопередающего усилительного каскада подается низкий уровень сигнала. Это приведет к включению «информационной» цепи, что приведет к открытию транзистора оптрона DA2.1. Процессором блока ТУ воспримется это как приход логического «0».

4.6 Устройство сопряжения Ц32М

Специально для увязки с устройствами СЦБ разработаны устройства, имеющие технические и конструктивные характеристики, оптимизированные для применения на станциях, оборудованных релейными системами централизации. Устройства имеют конструктив с установочными размерами типовой колодки СЦБ, что позволяет размещать их в неиспользуемых позициях стативов, установленных на станции. Имеются также модификации исполнения для фронтального монтажа (когда размещение устройств и их подключение выполняются только с одной стороны). Комплект оборудования увязки с дискретными цепями устройств СЦБ состоит из модулей Ц32М, ТС32М и ТУ16М (рисунок 4.20).

Этот блок является концентратором, взаимодействующим с одной стороны с сервером линейного комплекта, с другой стороны – с комплектом блоков ТС32М и ТУ16М. Этот блок выполняет следующие функции:

- циклическое взаимодействие с подмножеством блоков ТУ16М и ТС32М;
- циклическое формирование и отправка на сервер линейного комплекта структурированного и защищённого пакета данных, характеризующего состояние всех контрольных цепей блоков ТС32М и ТУ16М;

– приём структурированных пакетов данных, содержащих управляющие приказы для блоков ТУ16М, а также проектные данные расположения блоков ТС32М и ТУ16М в адресном пространстве подключения этих блоков.

Основным физическим интерфейсом обмена данными с сервером линейного комплекта является RS-422. Имеется модификация с интерфейсом RS-232, а также модификация для оптоволокна. Эти интерфейсы имеют следующие особенности:

- RS-422 – расстояние до 1 км;
- RS-232 – расстояние до 10 м, применяется для непосредственной стыковки с оборудованием, имеющим только стык RS-232

Оптоволокно – основное применение как высоковольтный пространственный изолятор при подключении к устройствам электроснабжения (при пробое высокого напряжения, как правило, выгорает всё рядом расположенное электронное оборудование).

Обмен данными с блоками ТС32М и ТУ16М осуществляется по биполярной токовой петле (5 mA) методом последовательной передачи данных. Адресное поле подключения блоков представляет собой матрицу размерностью 4x8 (четыре шины «Y» и восемь шин «X»). В каждой точке пересечения шин матрицы может быть подключён блок ТУ16М, либо ТС32М (итого 4x8=32 блока).

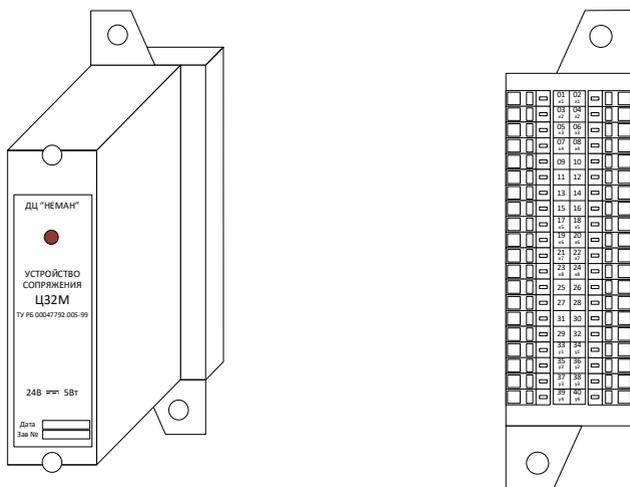


Рисунок 4.20 – Внешний вид и спецификация выводов блока Ц32М

Сеанс обмена информацией с каждым блоком состоит из 20 последовательных тактов и осуществляется циклически с периодом 20 миллисекунд. Сеансы связи осуществляются параллельно по 8 блокам каждой шины «Y». То есть сначала 8 сеансов для блоков с адресами Y1X1, Y1X2, ..., Y1X8, затем для блоков Y2X1...8 и так далее.

Структурная схема блока Ц32М представлена на рисунке 4.21.

На схеме представлены следующие компоненты:

ИП1, ИП2, ИП3 – источники питания;

RS-422 – драйвер интерфейса (обеспечивает электрические параметры стандарта RS-422);

ОИ – оптические изоляторы;

ОР – оптическое полупроводниковое реле;

М – микроконтроллер;

У – усилители;

Д – датчики тока.

Все внешние цепи гальванически изолированы от питания микроконтроллера. Это повышает помехозащищённость и отказоустойчивость. Оптические изоляторы (ОИ) обеспечивают гальваническую изоляцию информационных связей, а источники питания (ИП1, ИП2, ИП3) – гальваническую изоляцию питания. Все источники питания выполнены по схеме преобразователя постоянного в постоянное напряжение с гальванической изоляцией и функцией стабилизации.

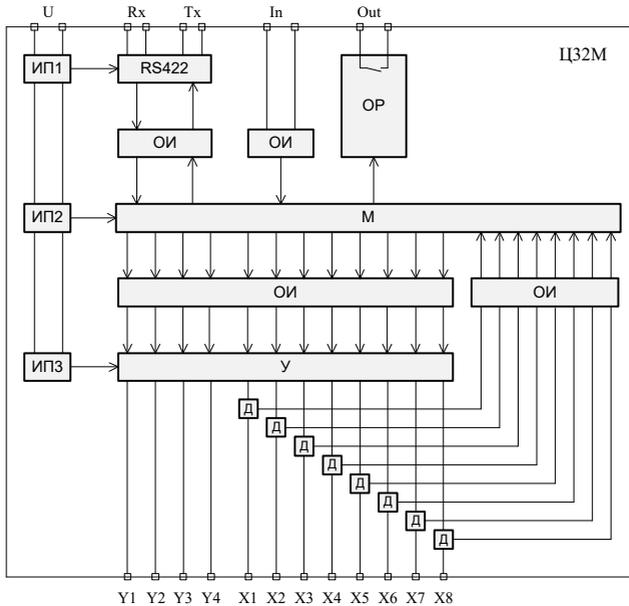


Рисунок 4.21 – Структурная схема блока Ц32М

Усилители «У» формируют управляющее напряжение заданной величины и мощности на шинах «У» и «Х». Датчики тока «Д» являются приёмниками данных, передаваемых подключёнными блоками (ТУ16М/ТС32М).

В блоке имеется также один дискретный вход «In» и один дискретный выход (оптореле) «Out», используемые для контроля и управления перехода на резервный комплект при применении схемы «горячего» резервирования.

Исполнение всех рабочих функций осуществляет микроконтроллер «М» в соответствии с программным обеспечением, которое записывается в его энергонезависимую память на этапе производства.

Принципиальная схема блока Ц32М приведена в приложении Д.

4.7 Блок телеуправления ТУ16

4.7.1 Назначение, характеристика и порядок подключения блока ТУ16

Блок телеуправления ТУ (приложение Е) предназначен для работы в составе комплекта линейной аппаратуры и служит для дистанционного управления шестнадцатью исполнительными устройствами [8].

По команде компьютера в блоке происходит замыкание управляющих ключей, что приводит к включению исполнительного реле либо имитации нажатия дежурным кнопки на пульте (в зависимости от схемы включения).

Для подключения монтажных проводов в блоке ТУ16 с задней стороны применялись клеммные колодки «под винт». Монтаж блока производится на «верхах» либо «низах» релейных стативов.

Конструктивно блок представляет собой две платы, соединенные между собой 40-контактным разъёмом и установленные в металлический корпус. Розетка ТУ представляет собой конструкцию с укрепленной на ней 40-штырной розеткой для установки процессорной платы блока ТУ и двумя рядами по 20 клемм для подключения внешних проводов.

Спецификация выводов блока ТУ16 показана на рисунке 4.22 [8].

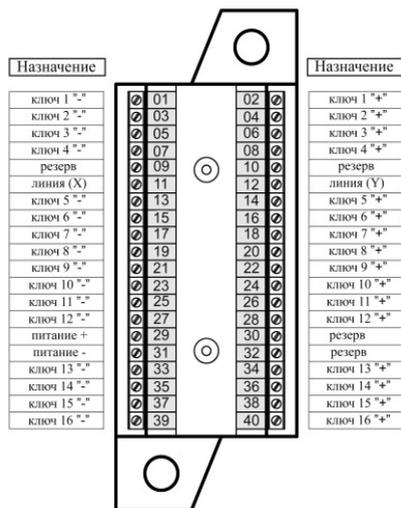


Рисунок 4.22 – Спецификация выводов блока ТУ16

Основные характеристики:

- встроенный микропроцессор;
- возможность управления до 16 исполнительными устройствами;
- каждый из 16 ключей гальванически изолирован друг к другу, что позволяет включать в любой части электрической цепи;
- максимальный коммутируемый постоянный ток до 2А, 40В;
- скорость обмена данными – 2000 бод;
- индикатор режима работы для облегчения поиска неисправностей;
- удобный корпус, позволяющий быстро производить замену.

4.7.2 Схема электрическая принципиальная блока ТУ16

Основные параметры и характеристики [8]:

- блок ТУ16 обеспечивает возможность как круглосуточной, так и сменной работы с учетом проведения технического обслуживания;
- блок ТУ16 обеспечивает возможность управления до 16 исполнительными устройствами;
- блок ТУ16 имеет скорость обмена данными не менее 2000 бод;
- напряжение питания блока ТУ16 осуществляется питающим напряжением от 20 до 40 В. Верхний и нижний пределы напряжения питания не должны выходить за пределы указанного диапазона. Форма питающего напряжения в этом диапазоне может быть произвольной;
- средний ток потребления блока ТУ16 не более $15 \text{ мА} + 10 \text{ мА} \cdot N$, где N – количество открытых в данный момент ключей;
- по входам последовательного обмена данными блок ТУ16 сохраняет работоспособность при увеличении сопротивления проводов соединительного кабеля до 100 Ом;
- рабочий ток в цепях управления объектами блока ТУ16 не менее 200 мА при напряжении 24 В и сопротивлении нагрузки 100 Ом;
- ток кратковременного срабатывания в цепях управления объектами блока ТУ16 при длительности импульса не более 2 с и скважности b не менее 1 А при напряжении 24 В и сопротивлении нагрузки 20 Ом;
- коммутируемое напряжение в цепях управления объектами блока ТУ16 не более 40 В;
- напряжение ограничения выбросов в цепях управления объектами блока ТУ16 при индуктивных нагрузках не более 45 В;
- средняя наработка на отказ должна быть не менее 93 000 ч;
- средний срок службы должен быть не менее 10 лет.

Блок ТУ16 состоит из следующих функциональных узлов (рисунок 4.23):

- управляющего процессора со схемой сброса, кварцевым резонатором и контрольным индикатором;

- стабилизатора напряжения;
- сторожевого таймера;
- матрицы гальванически изолированных ключей;
- линейного приемопередатчика.

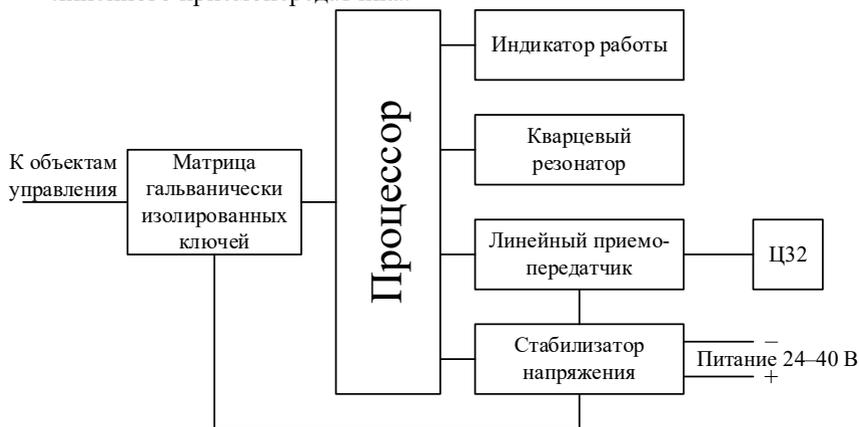


Рисунок 4.23 – Структурная схема блока ТУ16

Рассмотрим функционирование каждого блока отдельно.

Стабилизатор питания (рисунок 4.24) служит для стабилизации входного напряжения, защиты элементов блока от его перепадов [2]. Можно выделить несколько ступеней стабилизации и защиты. Первая ступень собрана на элементах VD1, VS1, R1, VT1 и предназначена для защиты по напряжению «сверху». Диод VD1 предназначен для защиты от переполюсовки питания. Стабилитрон VS1 и резистор R1 представляют собой нелинейный делитель напряжения, предназначенный для управления транзистором VT1. Принцип защиты основан на вольтамперной характеристике стабилитрона. При превышении входным напряжением значения 40 В. происходит открытие стабилитрона, а в последствии и транзистора. При этом входное сопротивление блока ТУ16 по питанию резко уменьшается, и излишки напряжения выделяются на резисторах R2, R3. Этот каскад ограничивает напряжение, подаваемое на линейный стабилизатор на уровне 40 В.

Вторая ступень собрана на элементах R4, VS3, VT5, C1 и также предназначена для защиты по напряжению «сверху». Конденсатор C1 выполняет функцию фильтра. На резисторе R4 и стабилитроне VS3 собран нелинейный делитель напряжения, при этом напряжение на VS3 ограничивается на уровне 5,6 В. При превышении входным напряжением максимального значения, напряжение на стабилитроне резко падает и происходит закрытие транзистора VT5, следовательно, разрывается дальнейшая цепь питания.

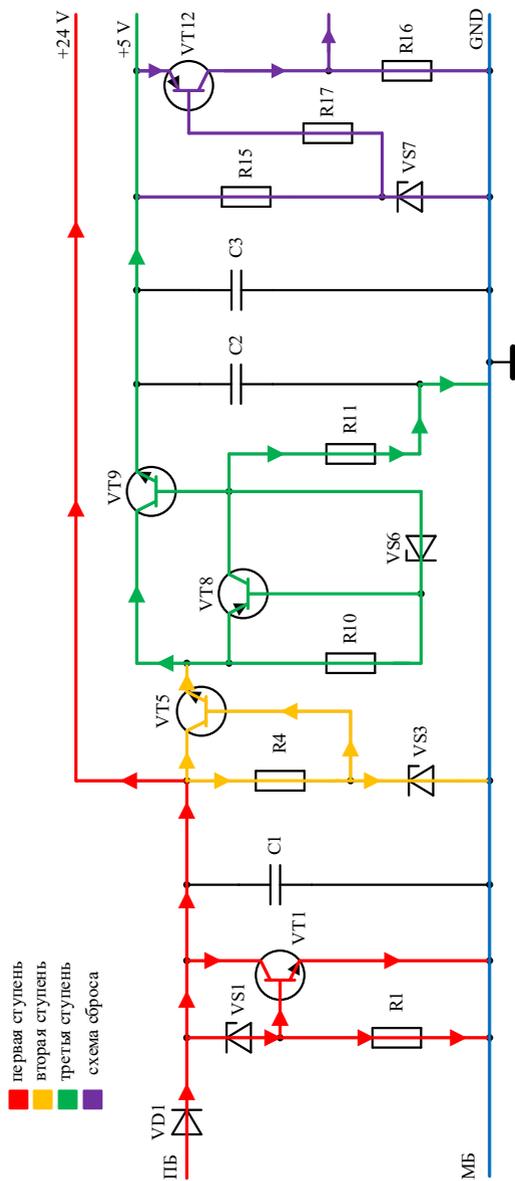


Рисунок 4.24 – Схема стабилизатора напряжения блока ТУ16

Третья ступень стабилизации собрана на элементах R10, VS6, R11, VT8, VT9, но служит, в отличие от первых двух ступеней, для ограничения по напряжению «снизу». На резисторе R10 и стабилитроне VS6 собран нелинейный делитель напряжения. Для открытия транзистора VT8 необходимо, чтобы потенциал базы превысил некоторое пороговое значение, что возможно только при протекании тока через резистор R10, в то же время протекание тока возможно только при открытии стабилитрона. Открытие транзистора VT8 в свою очередь приводит к открытию более мощного транзистора VT9, при этом на выходе появляется стабилизированное напряжение питания. Резистор R11 предназначен для задания рабочей точки транзисторов. Для фильтрации напряжения на выходе установлена пара конденсаторов C2, C3.

Линейный приёмопередатчик (рисунок 4.25) предназначен для организации обмена данными с устройством сопряжения Ц32.

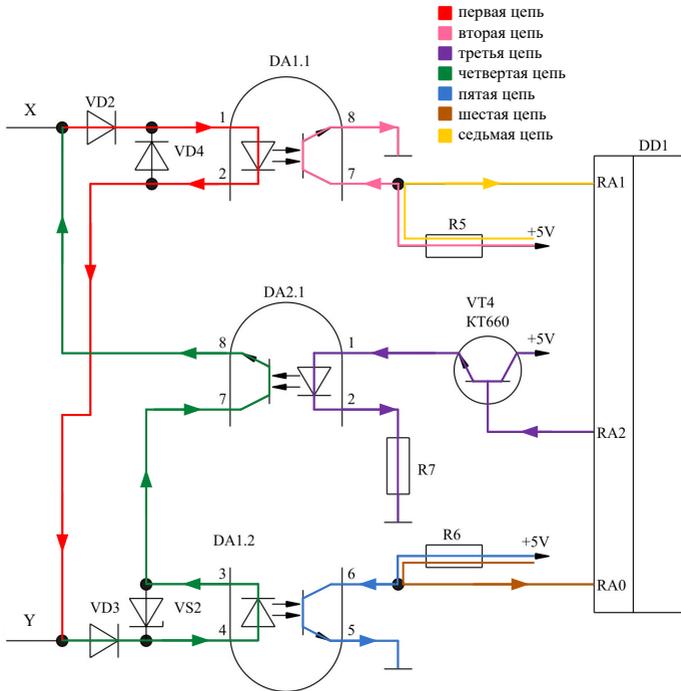


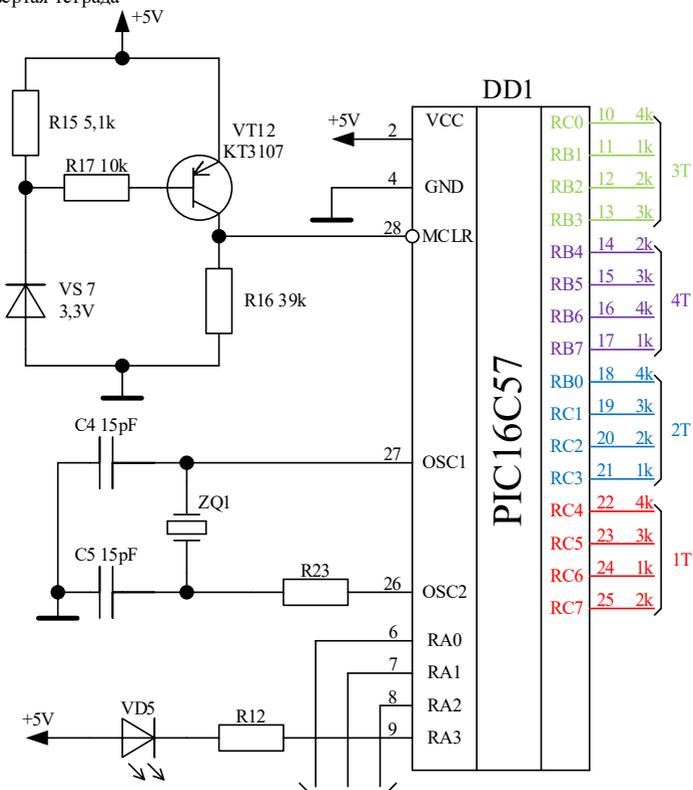
Рисунок 4.25 – Схема линейного приёмопередатчика блока ТУ16

Считывание и передача данных осуществляется процессором, а линейный приёмопередатчик выполняет функцию согласования уровней сигнала блока Ц32 с уровнями сигнала на процессоре, а также является гальваническим изолятором. Первый канал оптрона DA1 выполняет функцию приема

синхротактов, второй – приема данных. Первый канал оптрона DA2 включает (выключает) шлейф обмена данными.

Работой блока ТУ16 управляет *центральный процессор*, действующий по записанной в него программе. В процессоре имеются порты ввода/ вывода, называемые RA, RB и RC, посредством которых происходит взаимодействие программных и аппаратных средств. При подаче сигнала на один из входов порта информация передается в программу для обработки, после чего формируется выходное воздействие и на выходе появляется активный импульс (рисунок 4.26).

- первая тетрада
- вторая тетрада
- третья тетрада
- четвертая тетрада



К линейному приемо-передатчику

Рисунок 4.26 – Управляющий процессор со схемой сброса, задающим генератором и контрольным индикатором блока ТУ16

Схема сброса предназначена для блокировки работы процессора при переходном процессе в момент включения питания, пока питающее напряжение не достигло уровня 3 В. Схема собрана на элементах R15, R17, VS7 и VT12. На резисторе R15 и стабилитроне VS7 собран нелинейный делитель напряжения.

Для открытия транзистора VT12 необходимо, чтобы потенциал базы превысил некоторое пороговое значение, что возможно только при протекании тока через резистор R15, в то же время протекание тока возможно только при открытии стабилитрона, для чего напряжение на нем должно быть выше напряжения стабилизации. Открытие транзистора VT12, в свою очередь, приводит к запуску процессора.

Кварцевый резонатор предназначен для стабилизации тактовой частоты процессора (см. рисунок 4.26), собран на кварце ZQ1 частотой 4 МГц, конденсаторах C4, C5 и резисторе R23.

Контрольный индикатор предназначен для визуального контроля работы блока, состоит из светодиода VD5 и резистора R12. При включении питания блока индикатор загорается на 5 с, а затем гаснет на 1 с, что свидетельствует о корректности работы задающего генератора, после чего запускается программа тестирования.

Если все тесты проходят удачно, то идёт попытка войти в связь с устройством сопряжения Ц32 и, если связь установлена, индикатор должен загораться на 25 мс через каждые 175 мс.

В случае, когда связь установить не удаётся, индикатор будет гореть около одной секунды, затем погаснет на одну секунду и далее индикация повторится как при включении питания. Если один из диагностических тестов не проходит, то индикатор загорится и погаснет от двух до пяти раз (секунду горит, секунду не горит) и затем индикация повторится как при включении питания. Количество раз, на которое загорится индикатор, интерпретируется следующим образом:

- один раз – нет синхротактов (нет попытки установки связи с блоком, или не работает линейный приемник);
- два раза – для блока ТУ индикация отсутствует;
- три раза – неисправен линейный передатчик;
- четыре раза – нет паузы между блоками данных (неисправен блок Ц32М или задающий генератор);
- пять раз – один из разрядов порта «RC» или порта «RB» процессора замкнут на плюс питания.

Матрица гальванически изолированных ключей состоит из шестнадцати ключей. Транзистор VT2 (рисунок 4.27) выполняет функцию токового усилителя между процессором и излучателем оптрона. При подаче на базу положительного потенциала он открывается, при этом срабатывает светодиод и открывается транзистор оптрона DA3.

Транзистор VT6 является повторителем выходного транзистора оптрона и подключен непосредственно к нагрузке. Этот транзистор имеет встроенный защитный диод от обратного напряжения, подключенный между коллектором и эмиттером. Стабилитрон VS4 служит для ограничения напряжения на транзисторе оптрона на уровне 40 В.

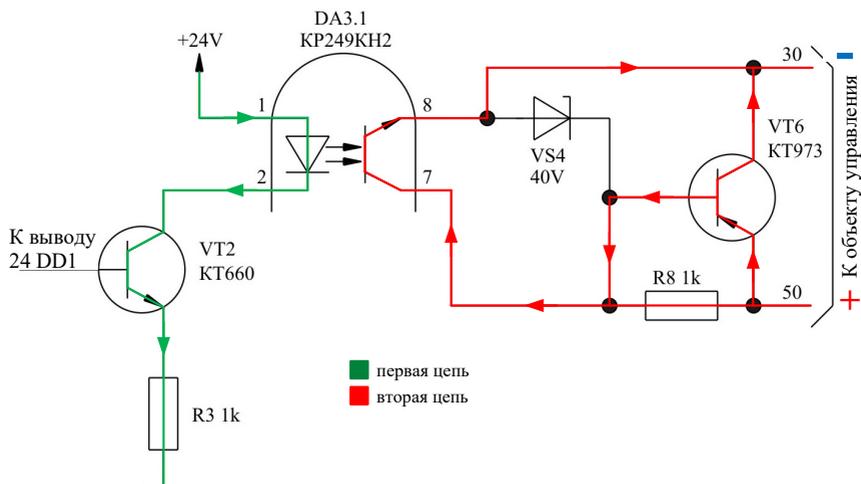


Рисунок 4.27 – Схема гальванически изолированного ключа блока ТУ16

4.8 Блок телеуправления ТУ16М

Блок ТУ16М является усовершенствованным и благодаря применению новой элементной базы его схема существенно упростилась, хотя функционально он остался идентичен блоку ТУ16.

Изменениям подвергнуто также и конструктивное исполнение блока, в отличие от предыдущего варианта, блок выполнен в виде съемного элемента, что облегчает замену. Для подключения монтажных проводов в блоках ТУ16М применены пружинные самозажимающиеся контакты, не допускающие ослабления вследствие вибраций. Монтаж блока производится на «верхах» либо «низах» релейных стативов. Спецификация выводов блока ТУ16М представлена на рисунке 4.28.

Блок ТУ16М осуществляет независимое управление 16 полупроводниковыми ключами в соответствии с циклически принимаемыми данными в последовательном виде по линии «L» от блока Ц32М. При несоблюдении регламента обмена данными все ключи автоматически переводятся в разомкнутое состояние.

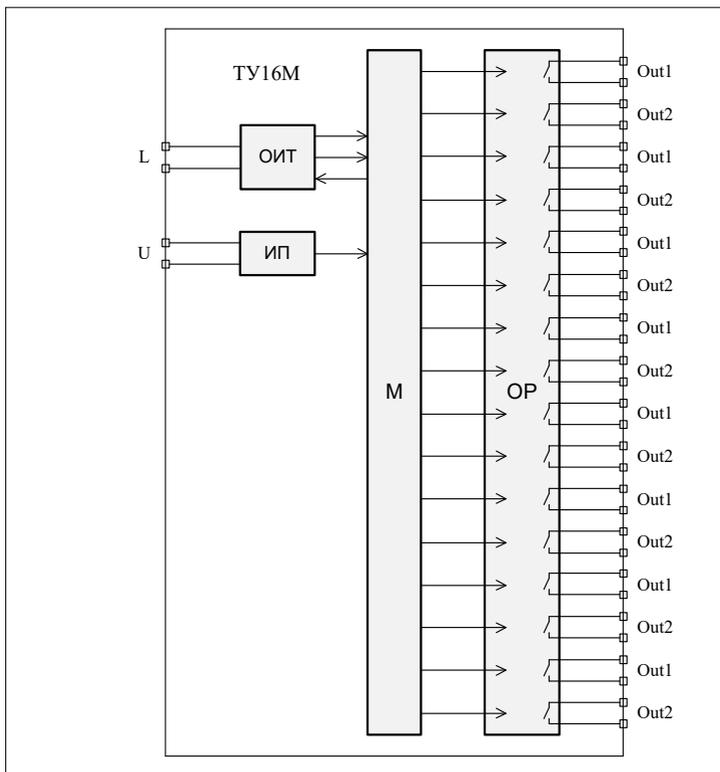


Рисунок 4.29 – Структурная схема блока ТУ16М

4.9 Блок телесигнализации ТС32

4.9.1 Назначение, характеристика и порядок подключения блока ТС32

Блок телесигнализации ТС (приложение И) служит для дистанционного контроля тридцати двух двухпозиционных объектов. По команде компьютера в блоке происходит передача информации о состоянии всех входов (наличии входного напряжения) на компьютер [9].

Конструктивно блок представляет собой две платы, соединенные между собой 40-контактным разъёмом и установленные в металлический корпус. Для подключения к блоку ТС используется колодка КТС (рисунок 4.30), представляющая собой конструкцию с укрепленной на ней вилкой для установки процессорной платы блока ТС и двумя рядами по 20 клемм под винт для подключения внешних проводов.

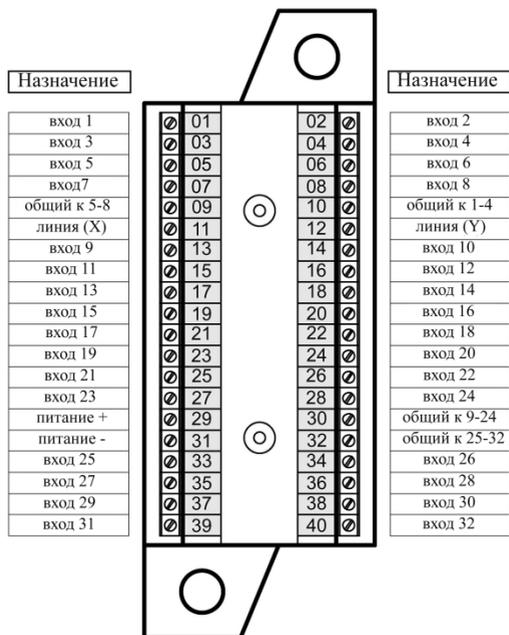


Рисунок 4.30 – Спецификация выводов блока ТС-32

К контактам розетки подключается только один провод сечением не более 0,785 мм. Устанавливается на месте стандартной клеммной колодки ЭЦ (20-, 8-штыревой и т. д.). На группы клемм с 1 по 4, с 5 по 8, с 13 по 28, с 33 по 40 подводятся прямые провода ТС. В пределах каждой группы должен подаваться один вид питания (постоянное одного полюса или переменное). На клеммы 10, 9, 30 32 соответственно – обратные провода (М, ЩМ, МС, КМС) соответствующего питания.

Прямые провода питания (П, ЩП, СХ), имеющиеся на нижних клеммах табло, можно использовать для тестирования монтажа (проверяя подсветку соответствующих ламп табло). Лампы табло, находящиеся в середине схемы (КПП), подключаются одним выводом на клеммы 1 (5, 13, 33), другим – на 4 (8, 28, 40). На клеммы 2, 3 (6, 7, 14–27, 34–39) соответственно нельзя больше ничего подключать.

На печатной плате выводы со стороны блока ТС под обратные провода (9, 10, 30, 32) постоянно объединены на шину. Эти выводы используются для обвязки (разветвления) обратных проводов.

В случае подключения к группам клемм розетки разных питаний или подключения к группе ламп в середине схемы, соответствующие обратные

провода должны быть отсоединены от шины (перерезаны дорожки). При этом на первом листе принципиальных схем увязок с ДЦ делается примечание: «На блоке №... отсоединить от шины выводы 9 (10, 30, 32)».

Для надежной работы оптронов, в этом случае, в блоках ТС номинал гасящих резисторов – 2,0 кОм (указывается в проекте). Для напряжений ТС 24 В номинал гасящих резисторов – 5,1 кОм. В пределах блока номинал гасящих резисторов должен быть один.

Информация о занятости путей снимается со средних красных ламп путей (К2). 0 замыкании путей – с белых ламп путей на табло. Информация о занятости и замыкании стрелочных секций снимается с общих красных (К1) и белых (БГ) ламп секций соответственно. Если стрелки, входящие в одну секцию, острияками направлены в противоположные стороны и при этом может быть задан маршрут по одной из них, не проходящий через другую (например, при перекрестном съезде), то информация о занятости и замыкании снимается с обеих красных (К1) и белых (Б1) ламп стрелок соответственно. Информация об остальных ТС снимается с соответствующих ламп или контактов реле.

На монтажных схемах нижних клемм табло на каждой колодке указан ее индивидуальный номер.

4.9.2 Схема электрическая принципиальная блока ТС32

Основные параметры и характеристики [9]:

- встроенный микропроцессор;
- блок ТС32 обеспечивает последовательный опрос до 32 сигнальных точек;
- входы имеют гальваническую изоляцию;
- блок ТС32 имеет скорость обмена данными не менее 2000 бод;
- напряжение питания блока ТС32 через защитный предохранитель от контрольной батареи должно быть 20–40 В. Верхний и нижний пределы напряжения питания не должны выходить за пределы указанного диапазона. Форма питающего напряжения в этом диапазоне может быть произвольной;
- средний ток потребления блока ТС32 – не более 15 мА;
- входное сопротивление блока ТС32 по информационным входам – не менее 5 кОм;
- напряжение логического «0» на информационных входах блока ТС32 – от 0 до 1 В;
- напряжение логической «1» – от 10 до 50 В;
- по входам последовательного обмена данными блок ТС32 должен сохранять работоспособность при увеличении сопротивления проводов соединительного кабеля до 100 Ом;
- индикатор режима работы для облегчения поиска неисправностей;
- удобный корпус, позволяющий быстро производить замену;

- средняя наработка на отказ – не менее 116000 ч;
- средний срок службы – не менее 10 лет.

Блок ТС32 состоит из следующих функциональных узлов (рисунок 4.31):

- стабилизатора напряжения;
- управляющего процессора со схемой сброса, задающим генератором и контрольным индикатором;
- линейного приёмопередатчика;
- сторожевого таймера;
- схемы считывания состояния сигнальных точек (оптронной матрицы).

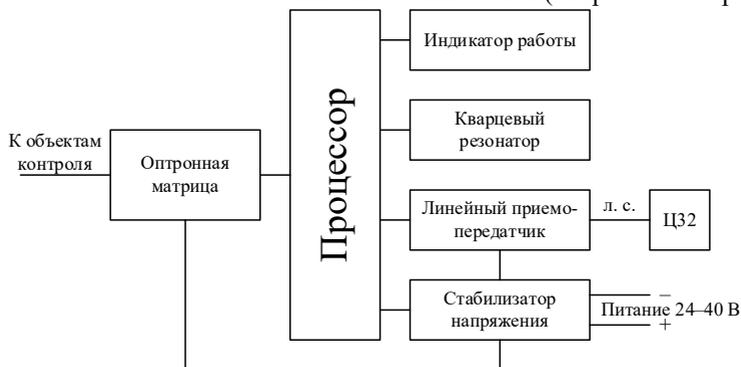


Рисунок 4.31 – Структурная схема блока ТС32

Рассмотрим функционирование каждого узла отдельно.

Стабилизатор питания (см. рисунок 4.24) служит для стабилизации входного напряжения, защиты элементов блока от его перепадов.

Работа стабилизатора напряжения блока телесигнализации полностью идентична работе стабилизатора напряжения блока телеуправления.

Работой блока ТС32 управляет центральный процессор (рисунок 4.32), действующий по записанной в него программе. В процессоре имеются порты ввода/вывода, называемые RA и RC, посредством которых происходит взаимодействие программных и аппаратных средств.

При подаче сигнала на один из входов порта RC информация передается в программу для обработки, после чего формируется выходное воздействие и на выходе порта RA появляется активный импульс.

Кварцевый резонатор предназначен для стабилизации тактовой частоты генератора процессора, собран на кварце ZQ1 частотой 4 МГц, конденсаторах C4, C5 и резисторе R13.

Контрольный индикатор предназначен для визуального контроля работы блока, состоит из светодиода VD5 и резистора R8. При включении питания блока индикатор загорается на 5 с, а затем гаснет на 1 с, что свидетельствует о корректности работы задающего генератора, после чего запускается программа тестирования.

- номер ключа
- номер тетрады

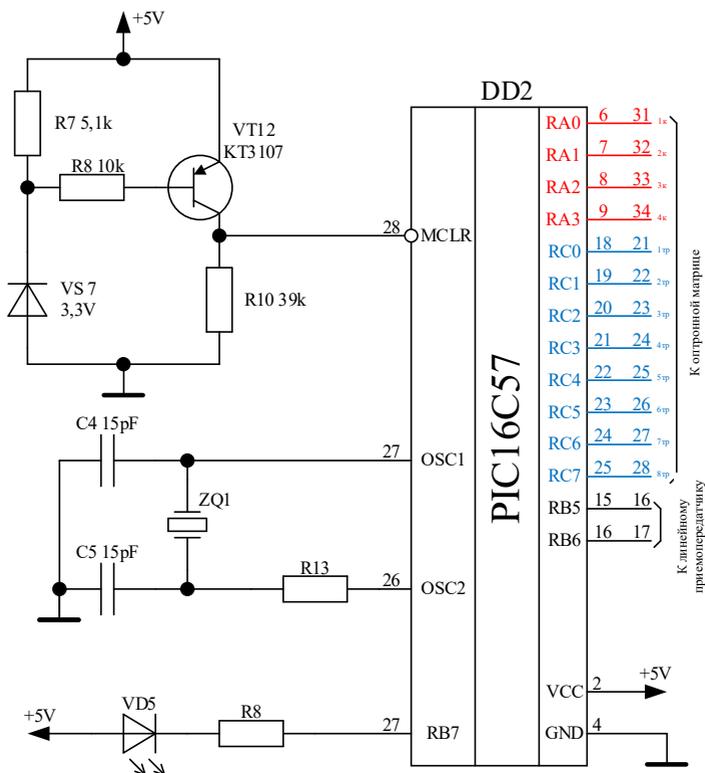


Рисунок 4.32 – Управляющий процессор со схемой сброса, задающим генератором и контрольным индикатором блока ТС32

Если все тесты проходят удачно, то идёт попытка войти в связь с устройством сопряжения ЦЗ2 и, если связь установлена, индикатор должен загораться на 25 мс через каждые 175 мс.

В случае, когда связь установить не удаётся, индикатор будет гореть около одной секунды, затем погаснет на одну секунду и далее индикация повторится, как при включении питания. Если один из диагностических тестов не проходит, то индикатор загорится и погаснет от двух до пяти раз (секунду горит, секунду не горит) и затем индикация повторится, как при включении питания.

Количество раз, на которое загорится индикатор, интерпретируется следующим образом:

- один раз – нет синхротактов (нет попытки установки связи с блоком или не работает линейный приемник);
 - два раза – короткое замыкание на минус питания на каком-либо выходе оптронной матрицы или неисправна микросхема DD1;
 - четыре раза – нет паузы между блоками данных (неисправен блок Ц32 или задающий генератор);
 - пять раз – один из разрядов порта «RC» процессора (т. е. один из восьми входов оптронной матрицы) замкнут на плюс или минус питания.
- Линейный приёмопередатчик предназначен для организации последовательного обмена данными с устройством сопряжения Ц32 (рисунок 4.33).

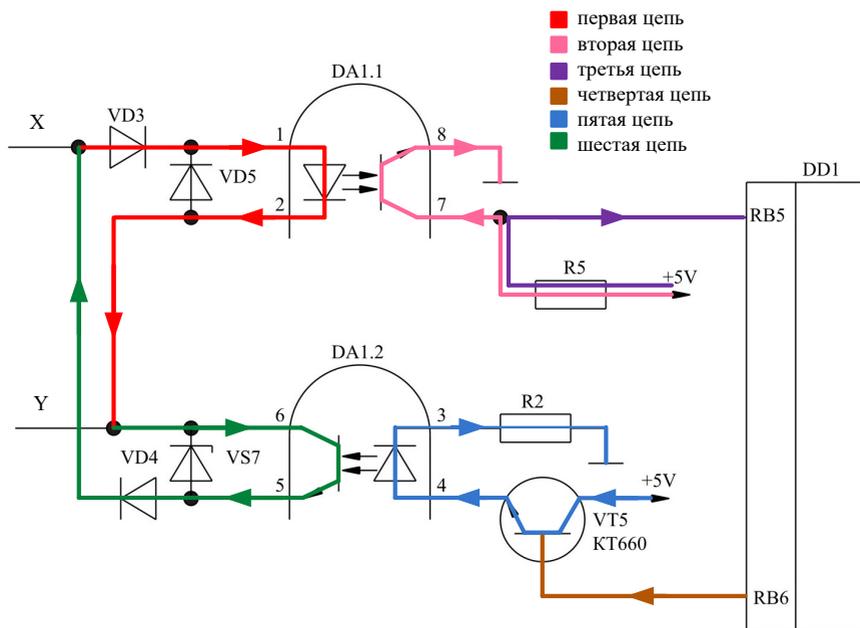


Рисунок 4.33 – Схема линейного приёмопередатчика блока TC32

Считывание и передача данных осуществляется процессором, а линейный приёмопередатчик выполняет функцию согласования уровней сигнала блока Ц32 с уровнями сигнала на процессоре, а также является гальваническим изолятором.

Приёмник выполнен на элементах DA1.1, VD3, VD5, R5. Передатчик – DA1.2, R2, VT5, VS7, VD4.

Оптронная матрица состоит из 32 транзисторных оптронов, подключенных в виде матрицы (рисунок 4.34) [2].

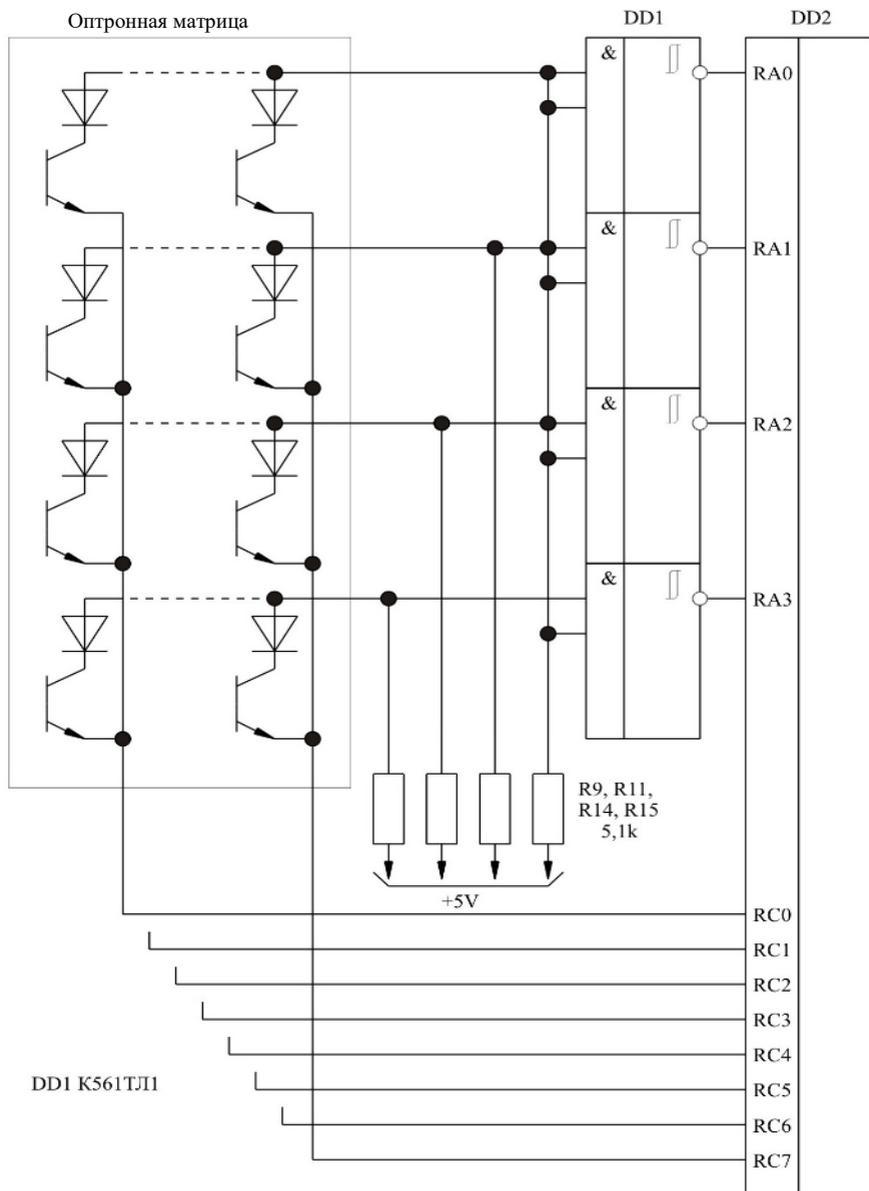


Рисунок 4.34 – Схема оптронной матрицы блока TC32

Съем информации блоком ТС происходит следующим образом. Через резисторы положительный потенциал подается на триггеры Шмита (DD1), которые компенсируют остаточное напряжение выходных транзисторов, оптронов и диодов, при этом на выходе образуется инвертированный сигнал – логический ноль, который поступает на входы порта RA процессора DD2.

Процессор DD2 на одном из выходов порта RC устанавливает низкий уровень сигнала, что приводит к опросу четырех элементов (столбца) оптронной матрицы.

Активный сигнал, поданный на вход блока ТС, вызывает свечение диода в оптроне и открытие транзистора, при этом на вход DA1 вместо положительного потенциала подается отрицательный, что приводит к переключению триггера, соответственно на вход порта RA процессора поступает информация об активности сигнала.

В связи с тем, что выходные транзисторы оптронов не обладают односторонней проводимостью, последовательно с каждым оптроном установлен диод (рисунок 4.35). Для защиты от обратного напряжения на входы оптронов параллельно с каждым входом установлен диод.

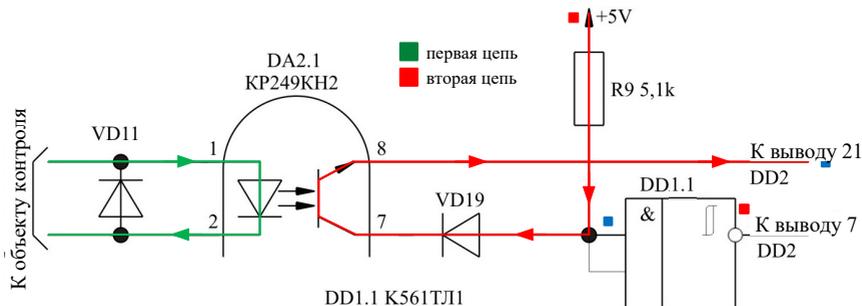


Рисунок 4.35 – Схема включения оптрона блока ТС32

4.10 Блок телесигнализации ТС32М

Блок ТС32М является усовершенствованным и благодаря применению новой элементной базы его схема существенно упростилась, хотя функционально он остался идентичен блоку ТС32.

Изменению подвергнуто также и конструктивное исполнение блока, в отличие от предыдущего варианта, блок выполнен в виде съемного элемента, что облегчает замену блока при выходе из строя.

Кроме того, для подключения монтажных проводов в блоке ТС32 с задней стороны применялись клеммные колодки «под винт», а в блоках ТС32М применены пружинные самозажимающиеся контакты, не допускающие ослабления вследствие вибраций. Спецификация выводов блока ТС32М приведена на рисунке 4.36.

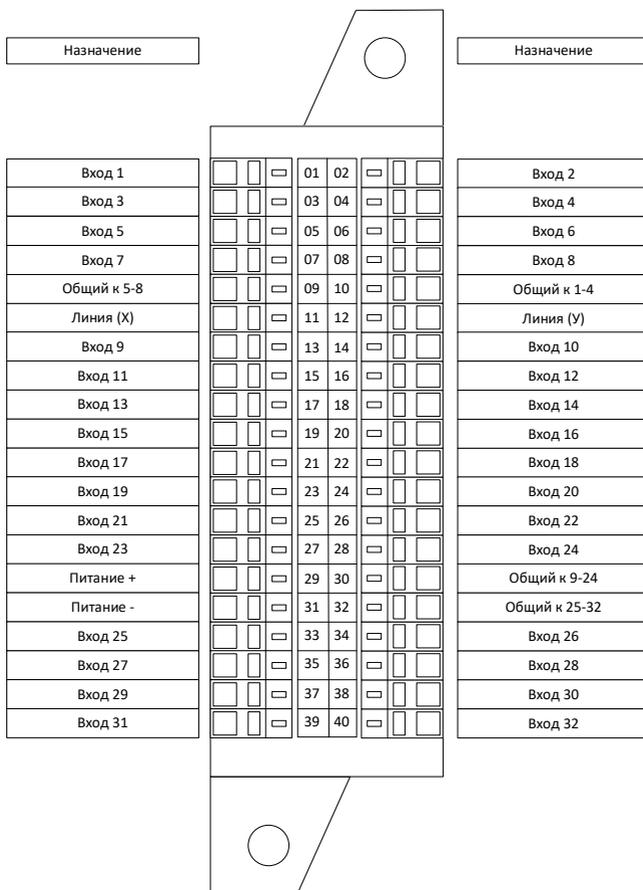


Рисунок 4.36 – Спецификация выводов блока TC32M

Этот блок считывает состояния 32 контрольных цепей, осуществляет первичную фильтрацию этих данных и передаёт накопленные данные блоку Ц32М в определённом формате в последовательном виде по каналу передачи данных. Алгоритм работы определяется программным обеспечением микроконтроллера блока, загружаемым в его энергонезависимую память на этапе производства.

Структурная схема блока представлена на рисунке 4.37.

Схема состоит из следующих элементов:

ОИТ – узел оптически изолированной двухполюсной токовой петли;

ИП – источник питания;

М – микроконтроллер;

ОИ – оптические изоляторы.

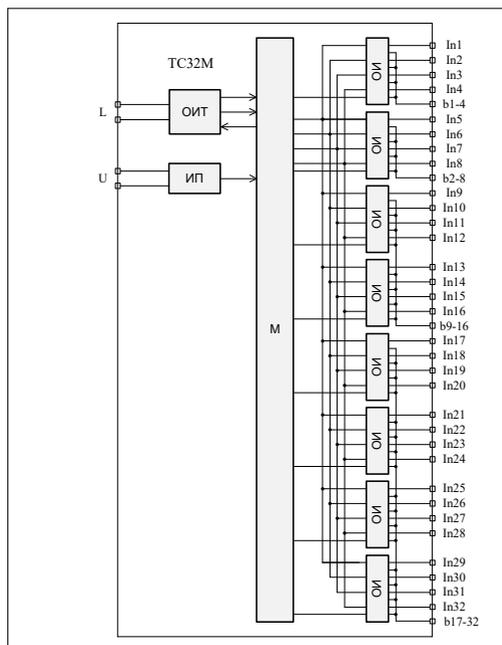


Рисунок 4.37 – Структурная схема блока TC32M

Источник питания обеспечивает гальваническую изоляцию питания микропроцессора (МП) от напряжения «U» и формирует стабилизированное напряжение питания МП.

Узел сопряжения токовой петли «ОИТ» обеспечивает гальваническую изоляцию и электрическое сопряжение между линией обмена данными «L» и «МП». Три линии взаимодействия между «ОИТ» и «М» означают, что микроконтроллер контролирует токовые послышки как положительной, так и отрицательной полярности (две линии), а также коммутирует токовую петлю (одна линия).

Оптические изоляторы «ОИ» обеспечивают гальваническую изоляцию и электрическое сопряжение между контролируемыми дискретными входами (In1 – In32) и «МП».

Входы срабатывают на напряжение любой полярности. Имеются модификации на контролируемое напряжение 6, 12 и 24 В с допустимыми отклонениями –5 %, +10 % и 10-кратными кратковременными перегрузками. На каждом входе устанавливается нормирующий резистор, значение которого определяет номинальную величину входного напряжения. Вход каждого оптрона состоит из двух встречно включённых инфракрасных излучателей. Выходы «ОИ» организованы в виде матрицы 8x4, что уменьшает количество портов чтения «М» (при прямом подключении надо 32 порта, в данном случае достаточно 12, то есть 8+4).

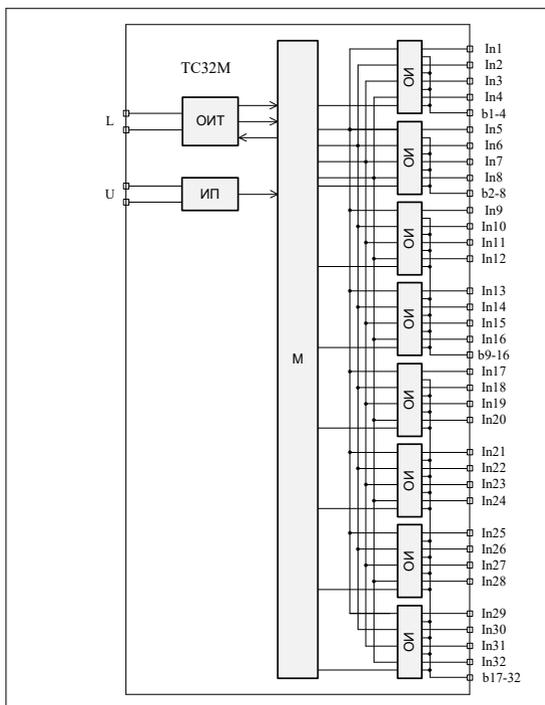


Рисунок 4.37 – Структурная схема блока ТС32М

Обратные провода входов ОИ скомпонованы в группы 4, 4, 8, 16, для удобства проектирования и минимизации количества присоединительных клемм блока.

В габаритные размеры стандартной колодки СЦБ «нулёвки» с шагом 5 мм физически вмещается 40 клемм (два ряда по 20). Уменьшать шаг нельзя из-за норм по изоляции. Блок ТС32М имеет следующие подключения: 2/питание, 2/обмен данными, 32/входы, 4/группы обратных проводов входов, итого $2+2+32+4=40$. Если каждый вход будет иметь по 2 провода (прямой, обратный), то потребуется $2+2+32\cdot 2=68$ клемм, что ко всему прочему увеличивает монтажные работы при подключении.

Принципиальная схема блока ТС32М приведена в приложении К.

5 АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ЛИНЕЙНОГО КОМПЛЕКТА

5.1 Структурная схема линейного комплекта и организация локальной сети передачи данных

Оборудование линейного комплекта размещается в ТШ и устанавливается в релейном помещении поста ЭЦ, структурная схема оборудования линейного комплекта для станции диспетчерского управления представлена на рисунке 5.1 [11].

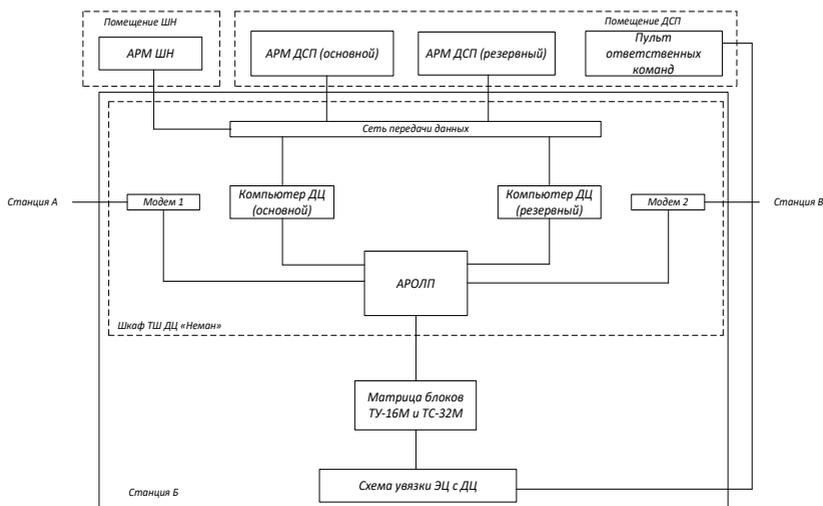


Рисунок 5.1 – Структурная схема линейного комплекта

В состав оборудования линейного комплекта входят следующие функциональные узлы и элементы [10]:

- 2 комплекта компьютеров ДЦ;
- локальная сеть передачи данных;
- система автоматического резервирования оборудования линейного комплекта;
- модемы для выделенной кодовой линии ДЦ;
- автоматизированные рабочие места ДСП;
- автоматизированное рабочее место дежурного механика;
- блоки телеуправления и телесигнализации ДЦ «Неман» на стативах в помещении релейной;
- пульт ответственных команд;
- релейные схемы увязки ЭЦ станции с ДЦ «Неман».

Исходя из специфики предназначения компьютеров, их системные блоки выполнены в промышленном исполнении.

Локальная сеть рисунок 5.2 [11] оперативного управления ДЦ строится на базе коммутаторов на 8 портов с учетом перспективного числа пользователей. Коммутаторы располагаются в 19" телекоммуникационном шкафу. Для повышения надежности сети предусмотрено «горячее» резервирование коммутаторов и абонентских устройств.

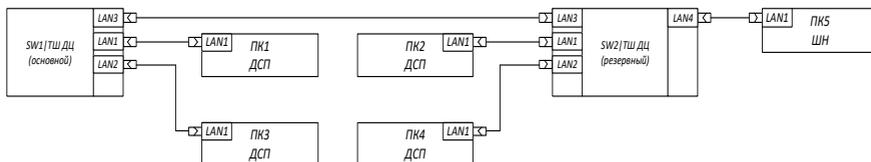


Рисунок 5.2 – Организация локальной сети передачи данных

5.2 Функциональная схема аппаратуры линейного комплекта для АРМ ДСП и АРМ ШН

Аппаратура линейного комплекта устанавливается в специализированном телекоммуникационном шкафу, который устанавливается в помещении релейной на посту ЭЦ проектируемой станции. Размеры шкафа у основания 600x800 мм, высота 2000 мм.

Функциональная схема аппаратуры линейного комплекта для станции диспетчерского управления представлена на рисунке 5.3 [11].

Назначение элементов функциональной схемы:

- ПК1 ДЦ, ПК2 ДЦ – персональные компьютеры системы ДЦ воспринимают команды телеуправления от ДНЦ или из локальной сети и отправляют их на блоки телеуправления ДЦ. Передают данные о состоянии объектов ЭЦ, поступающих от блоков телесигнализации ДЦ в локальную сеть. При включении станции в диспетчерское управление персональные компьютеры системы ДЦ транслируют информацию на центральный пост ДЦ через выделенные каналы связи посредством модемов MD1, MD2;

- ПК3 ДСП, ПК4 ДСП – персональные компьютеры АРМ ДСП. На АРМ ДСП осуществляется контроль состояния технических средств, поездной информации по станции и прилегающим перегонам и управление станционными объектами. Для снижения уровня шума и тепловыделения в помещении ДСП ПК3,4 АРМ ДСП располагаются в телекоммуникационном шкафу в помещении релейной. Для передачи видео- и аудиосигнала в помещение ДСП используются консоль-удлинители (передатчики) KVML1, KVML2;

- SW1, SW2 – 8-портовые коммутаторы локальной сети. Объединяют персональные компьютеры ДЦ, ДСП, ШН в сеть оперативного управления ДЦ;

- UPS1, UPS2 – источники бесперебойного питания первого и второго комплектов ПК;

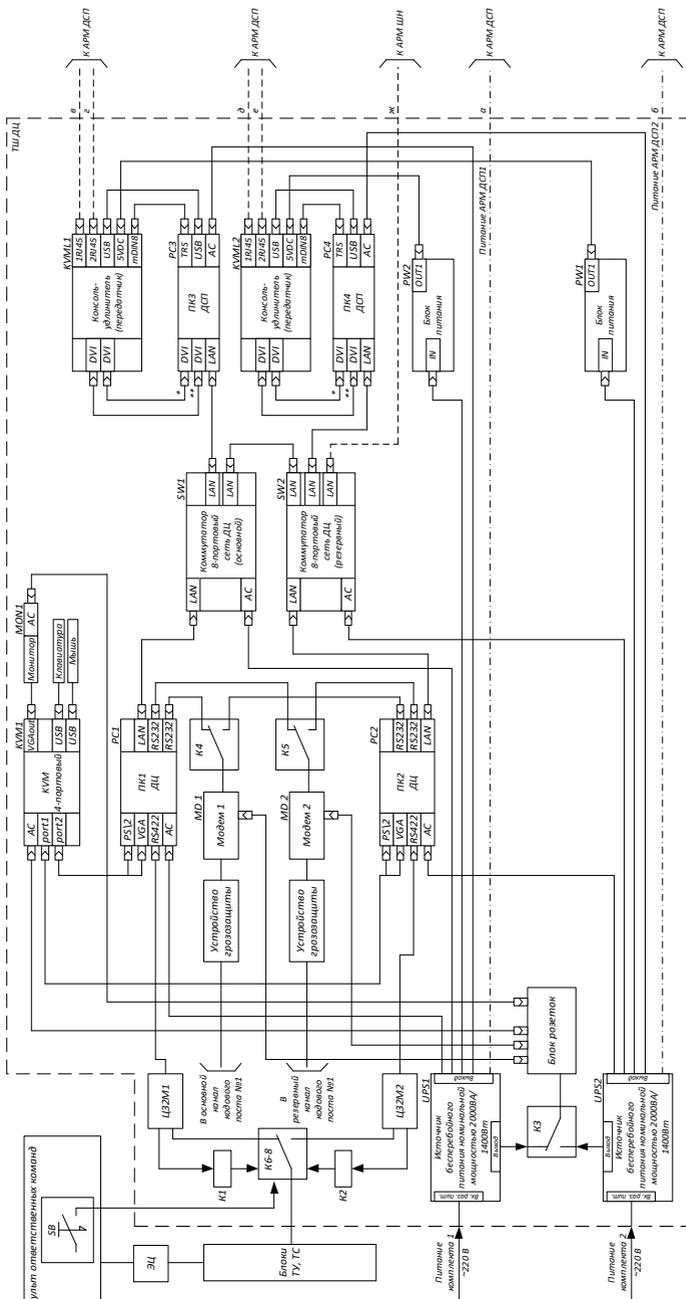


Рисунок 5.3 – Функциональная схема аппаратуры линейного пункта.

– ЦЗ2М1, ЦЗ2М2 – устройство сопряжения первого и второго комплектов, предназначено для работы в составе комплекта линейной аппаратуры и служит для сопряжения персонального компьютера с устройствами сбора информации и управления (блоками ТС и ТУ);

– ADAM1,2 – преобразователь интерфейсов RS-232 ПК1 ДЦ, ПК2 ДЦ в RS-422 устройств сопряжения ЦЗ2М1, ЦЗ2М2;

– KVM1 – переключатель клавиатуры, видео, мыши между персональными компьютерами системы ДЦ;

– К1–К8 – реле системы автоматического резервирования устройств обслуживания линейного комплекта ДЦ.

Автоматизированные рабочие места ДСП1, ДСП2 располагаются в помещении ДСП проектируемой станции рисунок 5.4 [11].

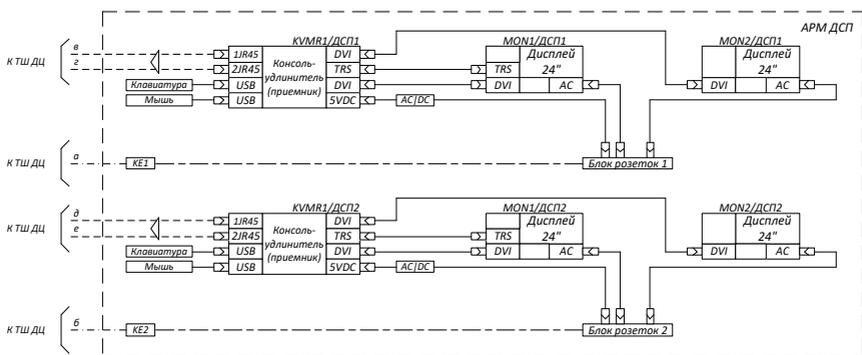


Рисунок 5.4 – Функциональная схема АРМ ДСП для станции диспетчерского управления

Функциональное назначение элементов АРМ ДСП:

– MON1, MON2/ДСП1 – мониторы основного (первого) комплекта оборудования ДСП;

– MON1, MON2/ДСП2 – мониторы резервного (второго) комплекта оборудования ДСП;

– KVML1, KVML2 – консоль-удлинители (приемники) видео- и аудиосигнала в помещении ДСП от компьютеров ПК3 ДСП, ПК4 ДСП, расположенных в телекоммуникационном шкафу.

Автоматизированное рабочее место электромеханика СЦБ (АРМ ШН) обеспечивает отображение состояния объектов контроля и управления в реальном времени, формирование и отображение графиков контрольно-диагностической информации, просмотр архива событий системы ДЦ «Неман», выполнение вспомогательных команд управления.

Для вывода требуемой информации (отчёты, нормативно-справочная информация) на печать в АРМ ШН используется выделенный принтер. Ввод команд управления осуществляется с помощью стандартных средств

вычислительной техники (алфавитно-цифровой клавиатуры, манипуляторов типа «мышь»). Ввод команд управления производится с исключением несанкционированного доступа.

Контроль состояния объектов на станции и прилегающих перегонах и поездной ситуации осуществляется по изображению на мониторах.

АРМ ШН размещается в помещении механиков СЦБ поста ЭЦ рисунок 5.5 [11].

На мониторы АРМ выводится путевой план станции в одностороннем изображении с указанием номеров стрелок, светофоров путевых участков и других объектов (участков приближения, переездов и пр.).

Путевой план станции разносится на оба монитора комплекта АРМ ШН, включенных в режиме единого рабочего стола. Управление производится с помощью одной мыши (клавиатуры) – курсор автоматически перемещается с монитора на монитор.

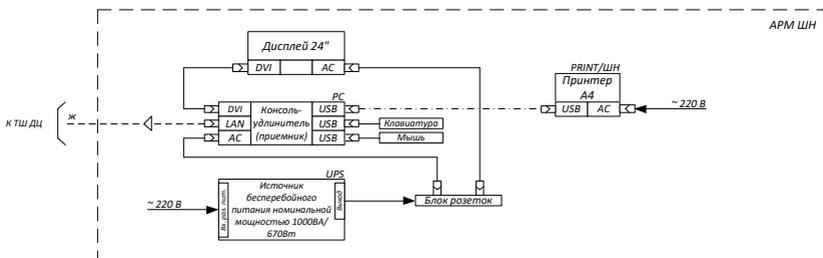


Рисунок 5.5 – Функциональная схема АРМ ШН для станции диспетчерского управления

Функциональное назначение элементов АРМ ШН:

– MON1/ШН – монитор комплекта оборудования ШН;

– ПК5 ШН – персональный компьютер АРМ ШН. На АРМ ШН осуществляется контроль состояния технических средств, поездной информации по станции и прилегающим перегонам. С помощью подсистемы аналогового съема ДЦ «Неман» осуществляется возможность дистанционного контроля величины напряжения или тока на всех контролируемых объектах, предусмотренных проектом на каждой конкретной станции.

5.3 Система автоматического резервирования оборудования линейного комплекта

В состав технического решения автоматического резервирования оборудования линейного комплекта ДЦ «Неман» входят аппаратные и программные средства.

Резервируются следующие аппаратные средства: компьютер с установленным на нём комплексом прикладных программ линейного комплекта ДЦ «Неман», устройство сопряжения ЦЗМ, источник бесперебойного питания [10].

Техническое решение позволяет обеспечивать работоспособность системы при отказе любого резервируемого устройства на станции, осуществлять

принудительное переключение комплектов как дистанционно, так и непосредственно на станции (с помощью кнопки), а также повышает характеристики надёжности аппаратных устройств.

Для обеспечения режима горячего резервирования между компьютерами существует канал связи. Резервируемые устройства коммутируются при помощи переключающих реле.

На каждом компьютере осуществляется непрерывный контроль работы своего комплекта оборудования, данные об активном состоянии которого транслируются на компьютер другого комплекта. Пассивный компьютер, с интервалом в 1 секунду производит сравнение количества работающего оборудования на момент выключения комплекта, с максимальным количеством рабочего оборудования активного комплекта за последние 11 секунд работы.

Если количество работающего оборудования пассивного комплекта больше, чем количество работающего оборудования активного комплекта, то произойдет переключение, то есть при выходе из строя одного из устройств система автоматически произведет переключение. Сравнение количества рабочего оборудования за последние 11 секунд, исключает ошибочные переключения, связанные с временным сбоем оборудования (кратковременными помехами).

Смысл горячего резервирования состоит в том, что активный компьютер никогда не управляет переключением (во избежание передачи управления на возможно неработоспособный компьютер) и переход в активное состояние осуществляется всегда пассивным компьютером.

Для контроля и управления комплектами оборудования предусмотрены дополнительные импульсы ТС, ТУ.

Горячее резервирование обеспечивает автоматическое переключение с активного комплекта на пассивный, в случаях:

- выхода из строя любого порта или кабеля, подключенного к порту, для связи с модемом;
- отказа одного из устройств сопряжения Ц32М;
- неработоспособности одного из источника бесперебойного питания;
- неработоспособности одного из компьютеров комплекта или отсутствия служебного соединения между комплектами.

Автоматическое резервирование позволяет осуществлять переключение комплектов следующими способами:

- автоматическое переключение при неисправности оборудования;
- дистанционное переключение комплектов оборудования с центрального поста посредством дополнительной управляющей команды ТУ;
- принудительное переключение комплектов с использованием кнопки в случае необходимости переключения со станции.

Программное обеспечение автоматического резервирования позволяет обслуживающему персоналу контролировать событие переключения по временным характеристикам (день, час, минута, секунда), проводить

мониторинг работоспособности оборудования (блоков ТУ16М, ТС32М, модемов) активного и пассивного комплектов.

Переключение комплектов можно осуществлять как с линейного пункта (станции), так и с центрального поста. Переключение комплектов с линейного пункта:

– автоматическое переключение – переключение комплекта в результате выхода из строя одного из устройств.

Если светодиод на кнопке горит, работает комплект В, в противном случае – комплект А:

– с использованием переключающего ключа («кнопки»). Используется при необходимости принудительного переключения комплекта на станции. После переключения ключа необходимо убедиться в переключении комплекта.

Переключение комплектов с центрального поста:

– с использованием управляющей команды. Команда реализуется в случае, если количество работающего оборудования в каждом комплекте одинаково.

Коммутация каждого модема (рисунок 5.6) между комплектом А и Б осуществляется узлом коммутации 2, переключением 4 проводов двумя коммутационными реле К4, К5, остальные провода запараллелены [10]. Для подключения модемов и компьютеров предусмотрены разъемы под стандартные провода 9-контактных СОМ-портов.

Для коммутации «матрицы» устройством сопряжения Ц32М используется узел коммутации 1, который включает три коммутационных реле К5, К6, К7. Для простоты подключения используется 25-контактный разъем, позволяющий подключить существующий кабель. При выходе из строя схемы резервирования и возможности быстрого подключения матрицы блоков ТУ/ТС линейного комплекта к рабочему устройству сопряжения Ц32М предусмотрено два 25-контактных разъема, непосредственно подключенных к устройствам сопряжения Ц32М комплектов А и Б. Для коммутации других сигнальных проводов (например, порта RS-422) предусмотрено коммутационное реле со свободными контактами. Все катушки коммутационных реле соединены параллельно. Состояние коммутационных реле (наличие/отсутствие напряжения на управляющей катушке) происходит через выводы устройства сопряжения Ц32М (рисунок 5.7).

Подключение устройства сопряжения Ц32М к компьютеру выполнено с использованием преобразователя интерфейсов RS-232/RS-422. В линейном комплекте применен преобразователь интерфейсов типа ADAM-4520-конвертер RS-232 в RS-422/485 с гальванической развязкой 3000 В (RS-485) и скоростью передачи данных 300 ~ 115200 кбит/с.

Использование преобразователей интерфейсов дает возможность компьютеру и устройству сопряжения Ц32М обмениваться информацией на расстоя-

нии до 1 км. Данная особенность позволяет не устанавливать систему ДЦ на станциях с незначительным путевым развитием, а использовать ЛК ДЦ станции, расположенной на расстоянии передачи до 1 км.

Консоль управления (рисунок 5.8) включает в себя консольный коммутатор, монитор, клавиатуру, мышь. Консольный коммутатор обеспечивает подключение монитора, клавиатуры и мыши к любому из компьютеров. К консольному коммутатору может быть подключено до 8 компьютеров. Выбор компьютера осуществляется при помощи кнопки-переключателя, расположенной на корпусе консольного коммутатора.

Схема управления узлами коммутации позволяет оператору линейного комплекта программно или вручную управлять узлами коммутации, обеспечивает автоматическую реорганизацию канала обработки и передачи информации в случае неисправности одного из устройств сопряжения ЦЗ2М1 или ЦЗ2М2, осуществляет управление схемой переключения ИБП.

Управление управляющими реле К1 и К2 в схеме управления узлами коммутации (рисунок 5.9) осуществляется разными устройствами сопряжения ЦЗ2М1 и ЦЗ2М2 через встроенный гальванический изолированный ключ, выводы 27, 28 ЦЗ2М. Управляющие реле К1 и К2 подключены таким образом, что позволяют управлять коммутационными реле К3–К8 схемы управления узлами коммутации даже при выходе из строя одного из компонентов системы резервирования. Контроль за состоянием коммутационных реле (катушка под напряжением/без напряжения) осуществляется выводами 13, 14 устройства сопряжения ЦЗ2М.

При выходе из строя схемы управления узлами коммутации или необходимости принудительного переключения между комплектами предусмотрен переключатель в виде кнопки «К1/К2», однократное нажатие на которую приводит к переключению комплектов. Кнопка оборудована светодиодной индикацией. Горящая индикация соответствует активности комплекта Б, а не горящая – активности комплекта А.

Реле К1 и К2 управляют реле К3–К8, в зависимости от состояния полевых транзисторов в блоках ЦЗ2М. Полевые транзисторы VT1, VT2 контролируют исправность ЦЗ2М1 и ЦЗ2М2 соответственно и позволяют оператору ЛК программно управлять состоянием реле К1 и К2. Реле К3 предназначено для переключения источников бесперебойного питания ИБП1 и ИБП2. Реле К4–К8 предназначены для управления узлами коммутации. Переключатель К1/К2 обеспечивает возможность переключения между блоками ЦЗ2М вручную. При включении реле К4–К8 загорается светодиод VD1, сигнализирующий о подключении матрицы блоков к резервному комплекту ЦЗ2М2.

При выходе из строя одного из блоков сопряжения осуществляется автоматическое переключение на работоспособный блок ЦЗ2М, а неисправный блок заменяется.

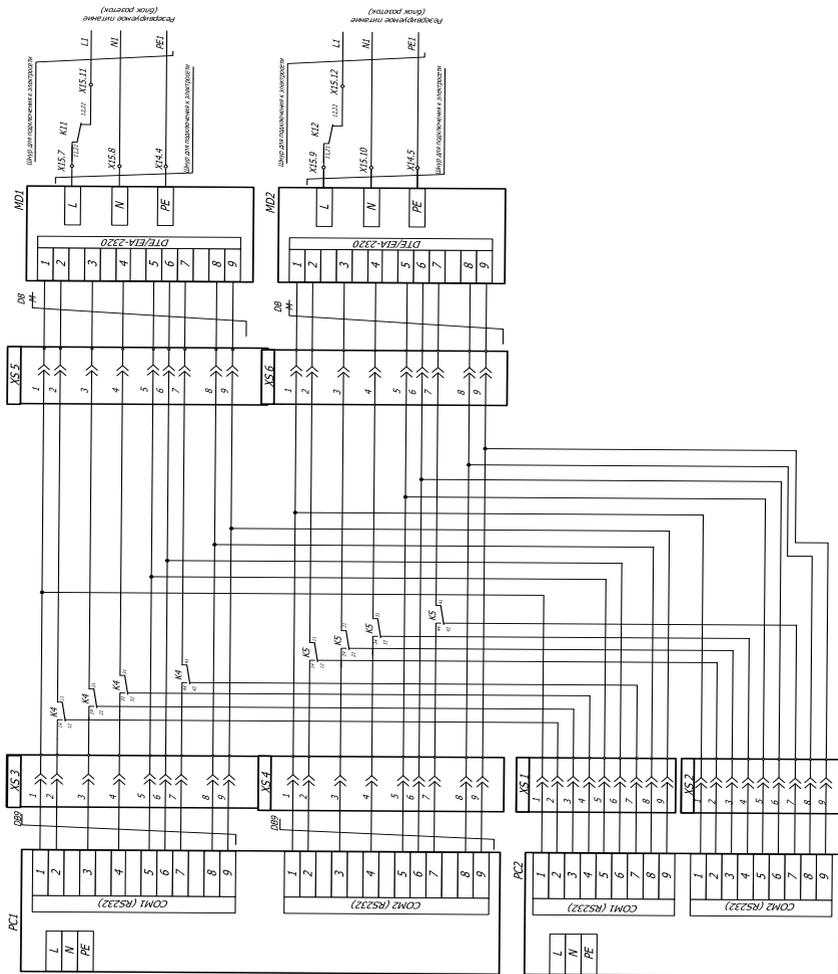


Рисунок 5.6 – Схема коммутации модемов

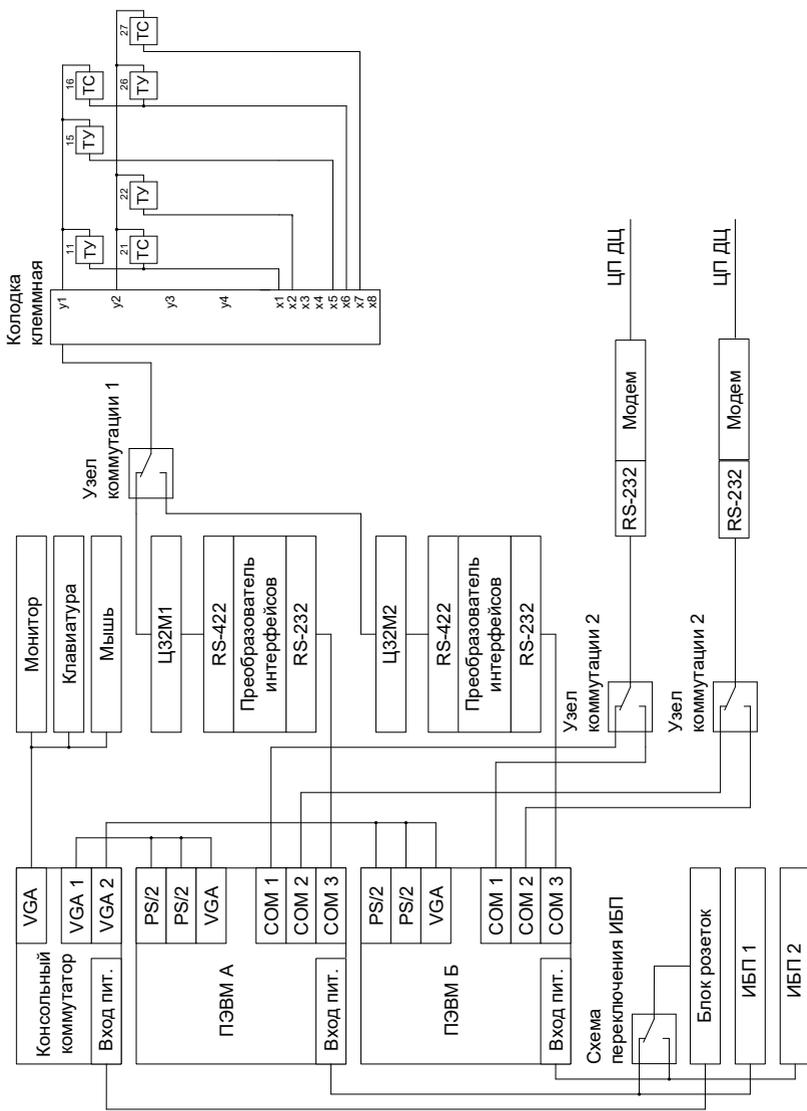


Рисунок 5.7 – Схема подключения матрицы блоков ТУ и ТС к узлу коммутации 1

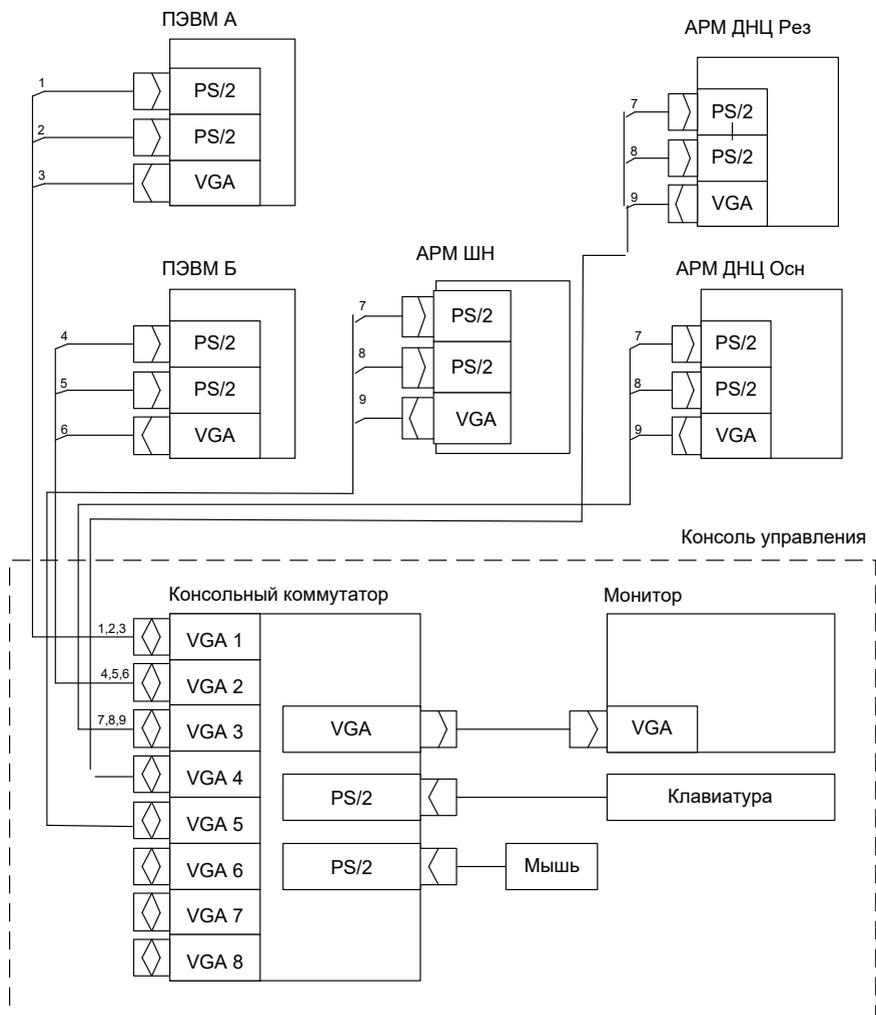


Рисунок 5.8 – Схема подключения консоли управления

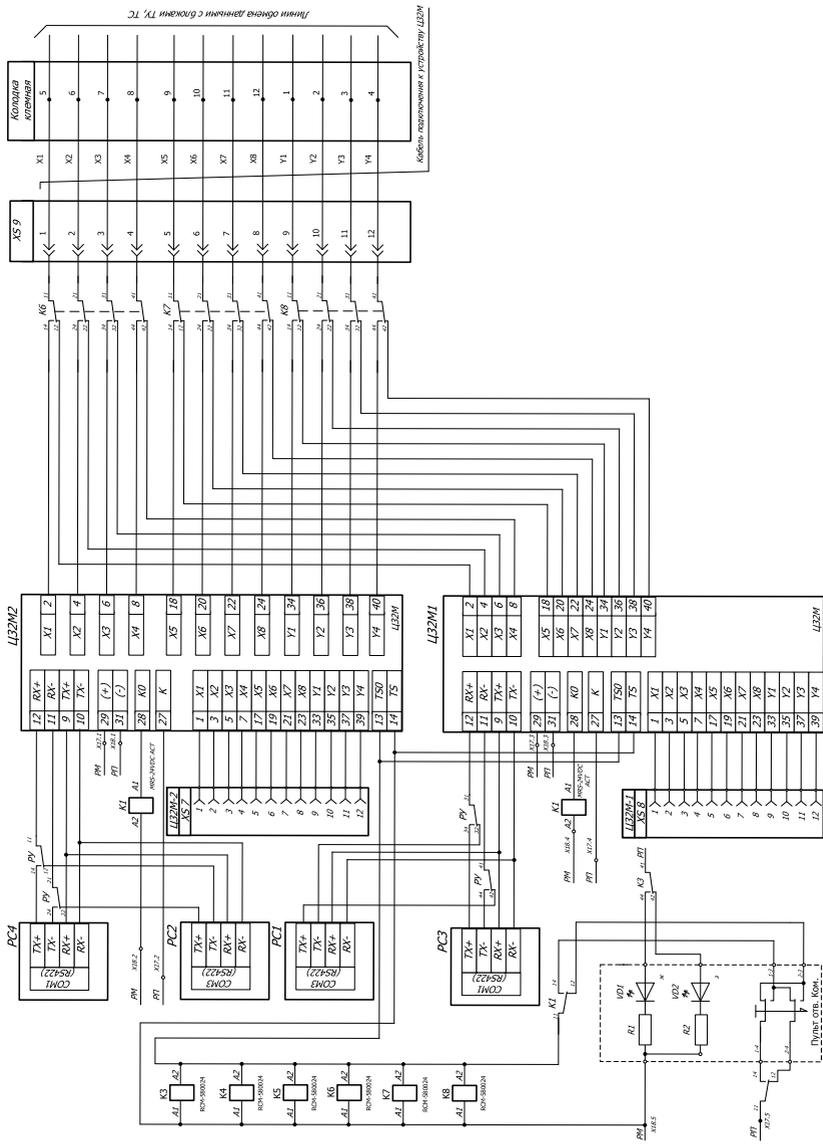


Рисунок 5.9 – Схема управления узлами коммутации

Оператор линейного комплекта имеет возможность вручную или программно подключить блоки ТУ16М и ТС32М к любому из блоков Ц32М. Ручное управление осуществляется при помощи кнопки переключения К1/К2, программное – путем закрытия (открытия) полевых транзисторов в блоках Ц32М1 и Ц32М2. Например, при исправной работе обоих блоков Ц32М программное закрытие транзистора VT1 (VT2) приведет к обесточиванию реле К1(К2), что вызовет переключение блоков ТУ16М, ТС32М на блок Ц32М2, подключение компьютера Б к модему 1, подключение блока розеток к ИБП2.

В случае неисправности полевого транзистора VT1, подключенного к исправному блоку Ц32М1, произойдет автоматическое переключение блоков ТУ16М, ТС32М на блок Ц32М2.

Для подключения блоков ТУ, ТС обратно к блоку Ц32М1 оператор может или программно закрыть транзистор VT2 блока Ц32М2 или нажать кнопку переключателя К1/К2.

Узел коммутации 1 предназначен для подключения блоков ТУ16М, ТС32М к одному из блоков Ц32М, а второй узел коммутации – предназначен для подключения к модему 1 того компьютера, к которому подключено и используется на данный момент устройство сопряжения Ц32М. Переключение первого узла коммутации может быть вызвано неисправностью подключенного блока Ц32М1 либо действиями оператора линейного комплекта. Переключение осуществляется контактами реле. Переключение второго узла коммутации осуществляется с помощью контактов реле К4. Если реле К4 обесточено, то к модему 1 подключен компьютер А, включение реле К4 приведет к подключению компьютера Б. Узел коммутации 3 предназначен для подключения к каналу связи того компьютера, к которому подключен использующийся на данный момент блок сопряжения Ц32М. Переключение осуществляется с помощью контактов реле К5. Если реле К5 обесточено, то к модему 2 подключен компьютер А, включение реле К5 приведет к подключению компьютера Б [10].

Схема переключения ИБП (рисунок 5.10) предназначена для подключения блока розеток к одному из двух ИБП. Схема переключения ИБП управляется схемой управления узлами коммутации. Переключение осуществляется контактами реле К3. Если реле выключено, то питание блока розеток осуществляется от ИБП1, в противном случае от ИБП2. Источник бесперебойного питания представляет собой преобразователь напряжения 220/24 В, типа ИБП АРС.

На компьютере линейного комплекта установлено программное обеспечение, выполняющее следующие функции [10]:

- обмен информацией с ЦП;

- обмен информацией с соседними ЛП;
- обработка таблиц телесигнализации и телеуправления;
- формирование пакета данных ТУ (для ЭЦР, при МПЦ просто отправляются данные без Ц32М и блоков ТУ);
- прием пакета данных ТС (для ЭЦР, при МПЦ просто принимаются данные без Ц32М и блоков ТС);
- управление работой блока Ц32М (для релейной ЭЦ);
- выполнение логических зависимостей ЭЦ (для макета).

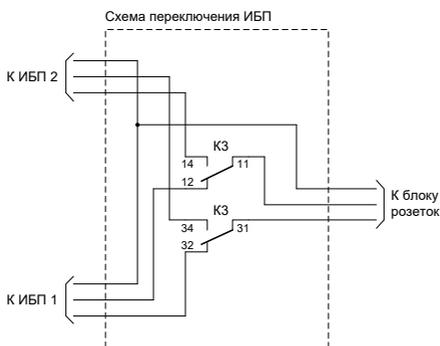


Рисунок 5.10 – Узел коммутации 3

При исправном состоянии аппаратуры линейного комплекта компьютер, принимая информацию ТС с блока Ц32М1, сразу же передает ее на компьютер Б и после обработки на центральный пост. Таким образом, на обоих компьютерах содержится актуальная информация о состоянии контролируемых объектов. Данная особенность позволяет производить смену комплектов без нарушения работоспособности системы.

6 СИСТЕМА ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЙ В ДЦ «НЕМАН»

6.1 Основные положения

Подсистема аналогового съема ДЦ «Неман» позволяет производить как централизованное (с рабочего места ШЧД) так и локальное (с рабочего места ШН линейной станции) управление измерениями на линейных станциях, оборудованных устройствами ДЦ «Неман» [12].

Под аналоговым контролем подразумевается возможность дистанционного контроля величины напряжения или тока на всех контролируемых объектах, предусмотренных проектом на каждой конкретной станции.

Управление измерениями – выполнение заданного измерения или группы измерений по заданной станции.

Количество одновременно производимых измерений на линейной станции определяется количеством измерительных каналов (вход блока ТИ). Стоимость измерительного канала достаточно высока, поэтому каждый контролируемый объект поочередно подключается к одному измерительному каналу на время выполнения измерения посредством релейных коммутаторов, которые организованы в виде матрицы и управляются блоками ТУ16М. Измерительные каналы на станции реализуются посредством блока телеизмерения ТИ. Как правило, на линейной станции достаточно одного блока ТИ.

Измерения на каждой линейной станции выполняются независимо, т.е. можно выполнять измерения параллельно на всех линейных станциях.

Расчет среднеквадратичного (действующего) напряжения, привязку его к конкретному измерению и нормирование выполняет программное обеспечение компьютера.

Один блок ТИ позволяет организовать два гальванически изолированных измерительных канала. Для измерения тока перевода стрелок, в схемах с электродвигателями постоянного тока, требуется один постоянно открытый канал ТИ. Для других измерений используется второй канал блока ТИ, коммутируемый по запросам (командам) релейными коммутаторами РК. На крупных узловых станциях, где применена схема управления стрелками с электродвигателями переменного тока и не требуется организация постоянно открытого канала, допускается включение обоих каналов блока ТИ в измерения по командам релейными коммутаторами РК. При организации на станции двух и более постоянно открытых каналов (например, второй канал для тока перевода стрелок) дополнительно устанавливаются блоки ТИ.

Для каждого измерения в таблице ТУ имеется импульс телеуправления, активизация которого вызывает выполнение этого измерения, а в таблице ТС имеется импульс для каждого объекта измерения. На рабочем месте ШН и ШЧД имеются сервисные программные средства, позволяющие управлять измерениями. Таблицы ТС передаются на АРМ ШЧД, где регистрируются

все результаты измерения по всем станциям вне зависимости от того, кто являлся инициатором измерений (ШЧД или ШН линейной станции). Принадлежность импульса ТС к измерительному каналу определяется проектом.

Данные измерения на АРМе ШЧД обновляются каждые 2–3 секунды (по мере приема таблицы ТС), а на рабочем месте электромеханика – 1 раз в 300 мкс (по мере проведения измерений блоком ТИ) [12].

Для обеспечения идентичности показаний измеряемых величин методом системы телеизмерений и измерительными средствами рекомендуется в действующих устройствах СЦБ производить измерения цифровыми приборами с высокоомным входом. При выполнении данных рекомендаций разница показаний измеряемых величин не должна превышать 1 %. [12].

6.2 Назначение и принцип действия блока телеизмерения

Блок телеизмерения (ТИ) – служит для проведения измерений на линейных станциях.

Функция блока ТИ состоит в следующем [13]:

- преобразовать в цифровую величину мгновенного значения тока по двум измерительным каналам и передать это значение в последовательном коде на компьютер;

- выполнять вышеописанные действия циклически 1 раз в 300 мкс.

Блок ТИ питается постоянным напряжением от 18 до 36 В. Конструктивно блок занимает одну позицию на «нулевках», устанавливается вместо клеммной панели и имеет пружинные соединители для подключения цепей. Внешний вид и спецификация выводов блока телеизмерения представлена на рисунке 6.1.

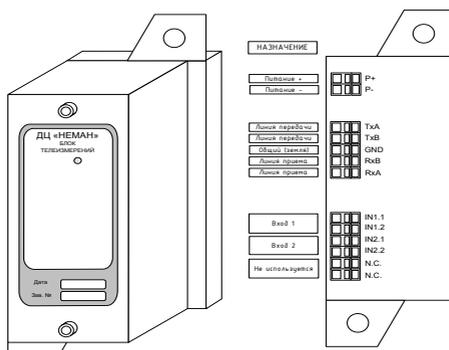


Рисунок 6.1 – Внешний вид и спецификация выводов блока ТИ

Основные параметры и характеристики блока телеизмерения [13]:

- обеспечивает скорость обмена данными 115200 бод;
- обеспечивает возможность ввода аналогового сигнала по 2 каналам;
- входной ток полного преобразования (± 114 мкА);

- входное сопротивление 5300 Ом;
- предел основной погрешности канала телеизмерения не более $\pm 2,5\%$;
- предел дополнительной погрешности канала телеизмерения от влияния изменения температуры окружающей среды (на каждые $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) не более $\pm 1,25\%$;
- мощность, потребляемая блоком ТИ, не более 5 Вт [14].

Каждые 300 мкс. блок производит измерения мгновенного значения тока по двум измерительным каналам, и после преобразования в цифровую величину передает измеренные значения в последовательном коде пакетами из трех байт (рисунок 6.2). Первый бит пакета всегда равен 1, значение второго бита чередуется в каждом новом пакете для того, чтобы можно было отличать пакеты между собой. Девятый и семнадцатый биты всегда равны нулю, как признак составной части пакета. Значения остальных бит изменяются в соответствии с измеренными значениями [2].

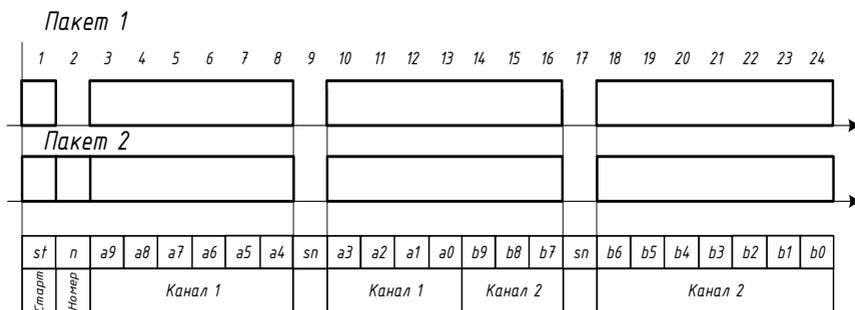


Рисунок 6.2 – Структура информационного пакета данных ТИ

Блок ТИ преобразовывает величину измеряемого напряжения (тока) по двум измерительным каналам в цифровое значение и передает его на компьютер линейного комплекта. Далее эти значения, отнормированные для данных измерений, попадают в таблицу импульсов станции в виде 12 импульсов для каждого измерительного канала, где каждому из этих импульсов соответствует заданный весовой коэффициент (кратный степени 2, т. е. 1, 2, 4, 8, ..., 2048). И, если сложить весовые коэффициенты всех активных в данный момент времени импульсов измерительного канала, то получим число, соответствующее результатам измерения. Таким образом, расчет среднеквадратичного (действующего) напряжения, привязку его к конкретному измерению и нормирование выполняет программное обеспечение компьютера.

Функционально блок состоит из следующих узлов (рисунок 6.3) [13]:

- двух измерительных каналов;
- сторожевого таймера;

- кварцевого резонатора;
- схемы питания;
- управляющего процессора со схемой сброса, задающим генератором и контрольным индикатором;
- драйвера интерфейса RS-422.

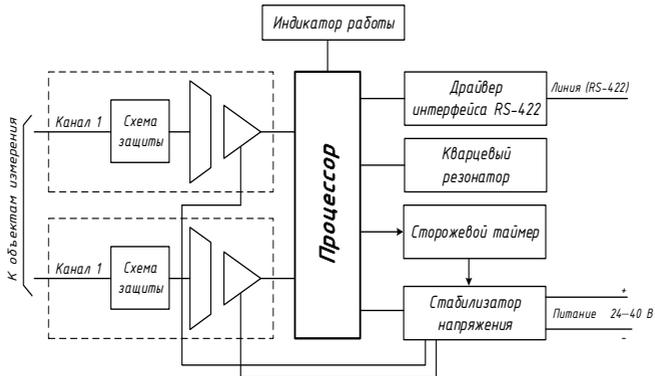


Рисунок 6.3 – Структурная схема блока ТИ

Измерительный канал состоит из схемы защиты и гальванически изолированного симметричного дифференциального усилителя. Схема измерительного канала представлена на рисунке 6.4 [13].

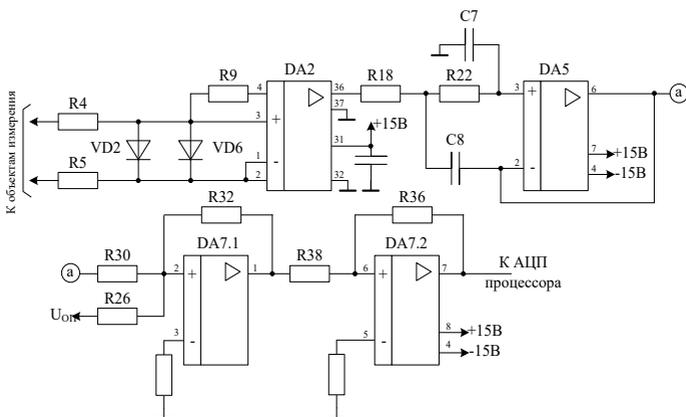


Рисунок 6.4 – Схема измерительного канала блока ТИ

Схема защиты собрана на элементах R4, R5, VD2, VD6 и служит для ограничения напряжения поданного на вход операционного усилителя DA2, поскольку входное сопротивление гальванически изолированного симметричного дифференциального усилителя стремится к нулю, приложенное напряжение приведет к резкому возрастанию тока и выходу его из строя.

Максимальный входной ток или ток полного преобразования равен $\pm 114 \text{ мкА}$ (для выполнения измерений без искажений), а максимальный входной ток, при котором устройство не выйдет из строя, $\pm 0,5 \text{ А}$.

Гальванически изолированный операционный усилитель (рисунок 6.5) постоянное напряжение от источника питания, поданное на выводы 31, 32, преобразует в импульсы прямоугольной формы частотой 25 кГц. Измерительный сигнал подается на выводы 1–4 и попадает на операционный усилитель, после чего подвергается модуляции частотой 25 кГц, а затем демодуляции. Таким образом, осуществляется гальваническая изоляция измерительной цепи.

После гальванической изоляции на DA2 сигнал поступает на фильтр, собранный на элементах C7, C8, R22, DA5, основное назначение которого – дополнительная фильтрация частоты модуляции 25 кГц.

Блок ТИ позволяет проводить измерения как постоянных, так и переменных напряжений, в то же время аналого-цифровой преобразователь (АЦП) процессора работает только с положительными сигналами, поэтому необходимо искусственно изменить уровень нуля измеряемого сигнала. Схемное решение выполнено на элементах R26, R30, R32, DA7.1, где через резистор R26 подается откалиброванное напряжение смещение.

Последним звеном в измерительном канале является операционный усилитель на элементах DA7.2, R36, R38. После усиления сигнал поступает на АЦП, встроенный в процессор.

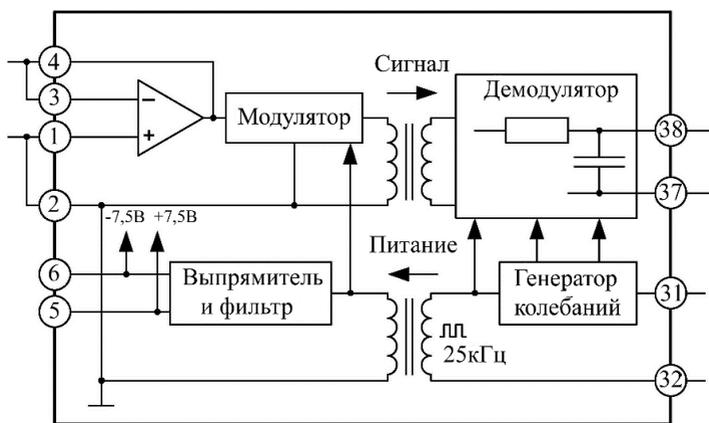


Рисунок 6.5 – Структурная схема гальванически изолированного операционного усилителя

Сторожевой таймер в случае «зависания» центрального процессора обеспечивает его перезапуск. Схема сторожевого таймера представлена на рисунке 6.6. После включения питания на выходе операционного усилителя (ОУ) DA1.1 присутствует отрицательный потенциал, а на выходе DA1.2 –

ной работы процессора и поддерживать необходимую скорость передачи информации, собран на кварце ZQ1 частотой 4 МГц, конденсаторах C15, C16 и резисторе R14.

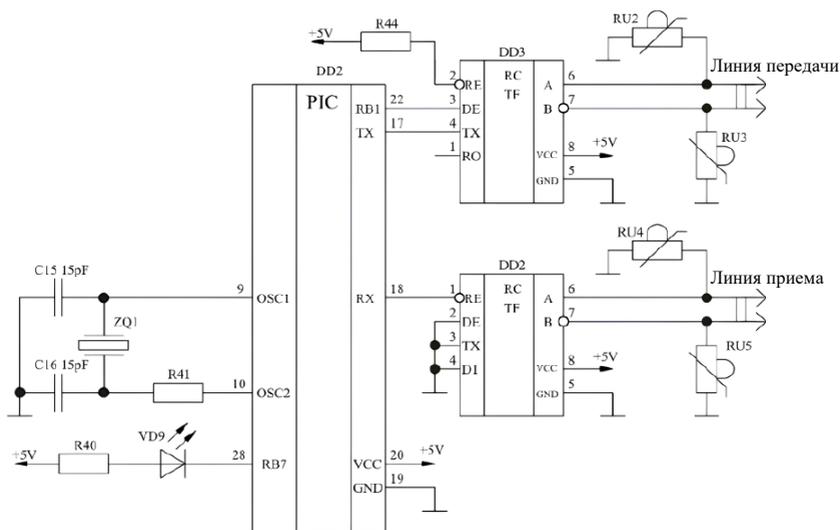


Рисунок 6.7 – Схема управляющего процессора с кварцевым резонатором, индикатором работы и драйверами интерфейсов

Индикатор работы предназначен для осуществления контроля исправности и работоспособности блока ТИ состоит из светодиода и резистора. При нормальной работе блока индикатор загорается на 0,25 с, а затем гаснет на 0,25 с, что свидетельствует о корректной работе.

Драйвер интерфейса RS-422 собран на элементах DD2 и DD3 и предназначен для организации передачи данных по интерфейсу RS-422.

Центральный процессор с кварцевым резонатором, индикатором работы и драйверами интерфейсов представлен на рисунке 6.7 [14].

6.3 Назначение и принцип действия блока релейных коммутаторов

Блок релейных коммутаторов (РК) предназначен для поочередного подключения контрольных точек измерения к измерительному каналу блока ТИ через контакты реле релейных коммутаторов. Один коммутатор может подключать восемь двухпроводных цепей измерения к измерительному каналу [14].

Блок РК питается постоянным напряжением от 18 до 36 В. Конструктивно коммутатор занимает одно место «клеммы» и имеет пружинные соединители для

подключения цепей коммутации и управления. Внешний вид и спецификация выводов релейного коммутатора представлены на рисунке 6.8 [14].

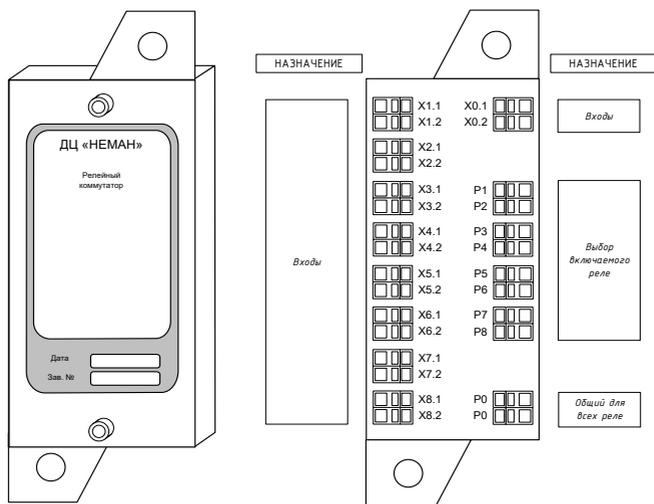


Рисунок 6.8 – Внешний вид и спецификация выводов РК

Основные параметры и характеристики [14]:

- содержит 8 электромеханических реле с двумя переключающими контактами и обеспечивает коммутацию сигналов по 8 каналам;
- обеспечивает коммутацию сигналов при коммутируемой нагрузке: от 10 мВ, 1 мкА до 30 В, 2 А постоянного тока; от 10 мВ, 1 мкА до 30 В, 1 А переменного тока частотой 50 Гц;
- время срабатывания реле 6 мс;
- время отпускания реле 4 мс;
- сопротивление замкнутых контактов реле не более 50 Ом;
- напряжение пробоя изоляции между катушкой управления и коммутируемыми цепями не менее 1500 В;
- ресурс реле 100 000 циклов коммутации;
- мощность, потребляемая блоком РК, не более 3 Вт [9].

Для коммутации используются миниатюрные телекоммуникационные реле, способные обеспечивать надежный контакт при малых токах коммутации (ток коммутации от 1 мкА до 2А). Включение реле К1–К8 в блоках РК осуществляется блоками телеуправления подачей плюс 24 В на один из входов P1–P8 и минус 24 В на вход P0. Возбудившись одно из реле К1–К8, подключает своими контактами один из объектов измерения к измерительному каналу блока ТИ. Принципиальная схема бока РК представлена на рисунке 6.9 [15].

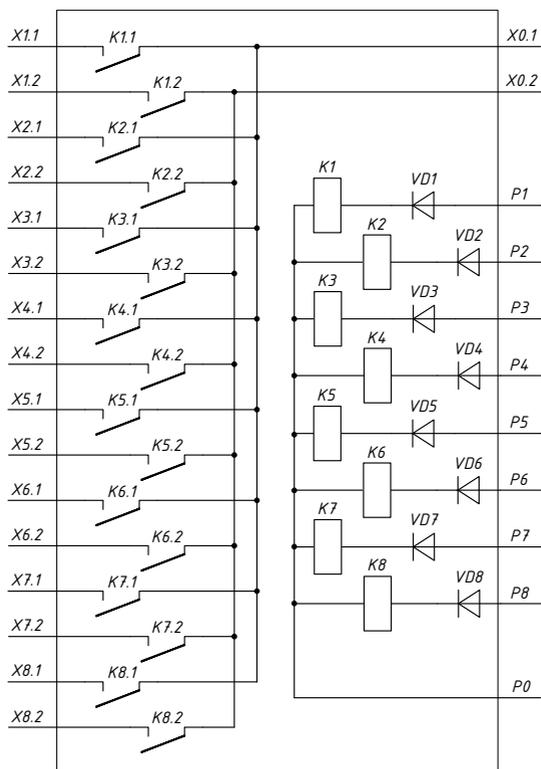


Рисунок 6.9 – Схема релейного коммутатора

6.4 Расчет согласующих сопротивлений

Блок телеизмерения (ТИ) рассчитан на один фиксированный измерительный диапазон. Фактически блоком измеряется не напряжение, а ток, протекающий в цепи, в свою очередь величина тока зависит от общего сопротивления измерительной цепи. Важно, чтобы величина тока не превышала максимально допустимый ток для выполнения измерений без искажений (± 114 мкА), в противном случае аналого-цифровой преобразователь процессора будет воспринимать все значения, превышающие 114 мкА, как 114 мкА (рисунок 6.10). Поскольку действующее значение напряжения вычисляется путем интегрирования, очевидно, что измеренное значение не будет соответствовать действительности [14].

Поэтому для правильного произведения измерений напряжений в измерительную цепь подключены дополнительные резисторы, ограничивающие ток, который превышает измерительный предел 114 мкА (рисунок 6.11).

Для правильной обработки конечных результатов измерений значения дополнительных резисторов описаны в программном обеспечении линейного комплекта для каждого объекта измерения, где и происходит расчет действующего напряжения (нормирование) для каждого измерения.

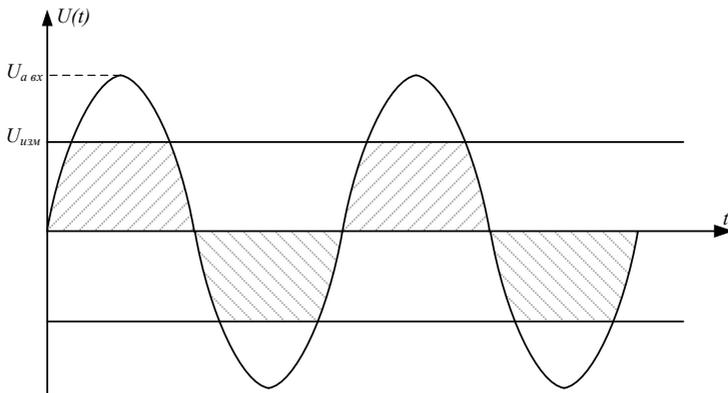


Рисунок 6.10 – Искажение измерения при превышении входным напряжением допустимой нормы

Расчет сопротивлений этих резисторов производится уже с учетом того, что каждый измерительный вход блока ТИ представляет собой гальванически изолированный симметричный дифференциальный вход с входным сопротивлением 5,3 кОм (см. рисунок 6.11).

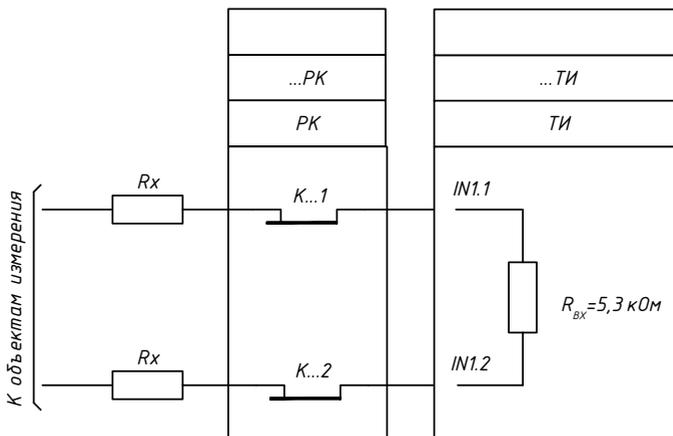


Рисунок 6.11 – Схема подключения измерительных резисторов R_x к измерительному каналу блока ТИ

При расчете добавочных резисторов определяется верхний предел диапазона измерений ($U_{\text{пр}}$) следующим образом:

- для цепей постоянного тока $U_{\text{пр}} = 1,2U_{\text{max}}$, где U_{max} – максимальное напряжение источника питания (при $U = 230$ В в сети) или на путевом реле согласно ТУ или нормалей, 1,2 – принятый поправочный коэффициент;
- цепей переменного тока

$$U_{\text{пр}} = 1,1U_a = 1,1\sqrt{2}U_{\text{max(д)}} = 1,562U_{\text{(д)}};$$

- модулированных частотных цепей (ТРС).

$$U_{\text{пр}} = 1,1 \cdot \sqrt{2} \cdot U_{\text{max}} = 3,124 \cdot U_{\text{max}}.$$

Например, определим значения добавочных резисторов для измерений переменного напряжения на фидерах питания. Добавочные резисторы в этом случае включаются последовательно в цепь измерения (вторичная обмотка блока трансформаторов БСТ-3). Рассчитаем их значения:

$U_{\text{пр}} = 1,562U_{\text{max}}$. Ввиду малой нагрузки U_{max} для измерений принимаем равным напряжению холостого хода трансформатора, т. е. $U_{\text{max}} = 17,5$ В.
 $U_{\text{пр}} = 1,562 \cdot 17,5 = 27,335$ В.

1 Общее значение сопротивления в измерительной цепи

$$R_o = U_{\text{пр}}/0,000114 = 27,335/0,000114 = 239781 \text{ Ом}.$$

2 Так как резистор 5,3 кОм в блоке ТИ уже установлен, то значение добавочного резистора $R_d = R_o - 5300 = 234481$ Ом.

3 Так как в измерительной цепи устанавливаются два одинаковых резистора (в прямом и обратном проводе), то значение этих резисторов будет $R_x = R_o/2 = 234481/2 = 117240$ Ом.

4 Выбираем ближайшее значение в соответствии ГОСТ 2825-67 ряда Е96 резистора – 118 кОм (согласно таблице 6.1 устанавливаем 147 кОм).

Для обеспечения измерения переменного действующего напряжения в каждый провод измерительной цепи необходимо установить по одному резистору 147 кОм. Эти резисторы выполняют также функцию защиты контрольной точки измерения от возможного влияния со стороны объекта измерения при каких-либо неисправностях. Физически резисторы устанавливаются непосредственно у точки измерения на тех стативах, где установлена измерительная панель.

Аналогичный расчет добавочных резисторов, которые необходимо установить в каждый провод измеряемой цепи, согласно методу описанному выше произведен для цепей постоянного, переменного тока и модулированных частотных. Результаты расчетов внесены в таблицу 6.1. Для простоты пользования расчетные значения резисторов измеряемых цепей произведе-

ны при U_{\max} от 0 до 100 В. Зная максимальное значение напряжения в измеряемой цепи по таблице 6.1, определяется величина остальных добавочных резисторов.

Вследствие малой величины тока, протекающего через резисторы, они устанавливаются по мощности не менее 0,5 Вт.

Так как резисторы используются в измерительной цепи и вносят свою долю в погрешность измерения, то нестабильность их значений в рабочем диапазоне температур подбирается для цепей питания 1 %, а для более ответственных цепей (рельсовых и других) – 0,1 % [14].

Таблица 6.1 – Таблица для определения сопротивления добавочных резисторов

U_{\max} , В	$R_{XР.Ц}$ постоянного тока	$R_{XР.Ц}$ переменного тока	R_X частотных цепей
	кОм		
0–1,0	2,61	4,22	11,0
1,0–1,5	5,23	7,68	17,8
1,5–2,2	8,87	12,4	27,4
2,2–3,3	14,7	20	42,2
3,3–4,7	22,1	29,4	61,9
4,7–6,8	33,2	44,2	90,9
6,8–8,2	40,2	53,6	110
8,2–10	49,9	66,5	133
10–15	76,8	100	205
15–22	113	147	301
22–33	174	226	453
33–47	243	316	649
47–68	357	464	931
68–82	432	562	1100
82–100	523	681	1400

Один блок ТУ16 имеет 16 выходов, что позволяет организовать матрицу размерностью 8x8, которая обеспечивает коммутацию 64 объектов измерения (8 коммутаторов). Подключение релейных коммутаторов к блоку телеуправления необходимо производить таким образом, чтобы напряжение плюс 24 В всегда подавалось на входы Р1–Р8, а минус на входы Р0 блоков РК. Схема подключения блоков РК к блокам ТУ16 представлена на рисунке 6.12.

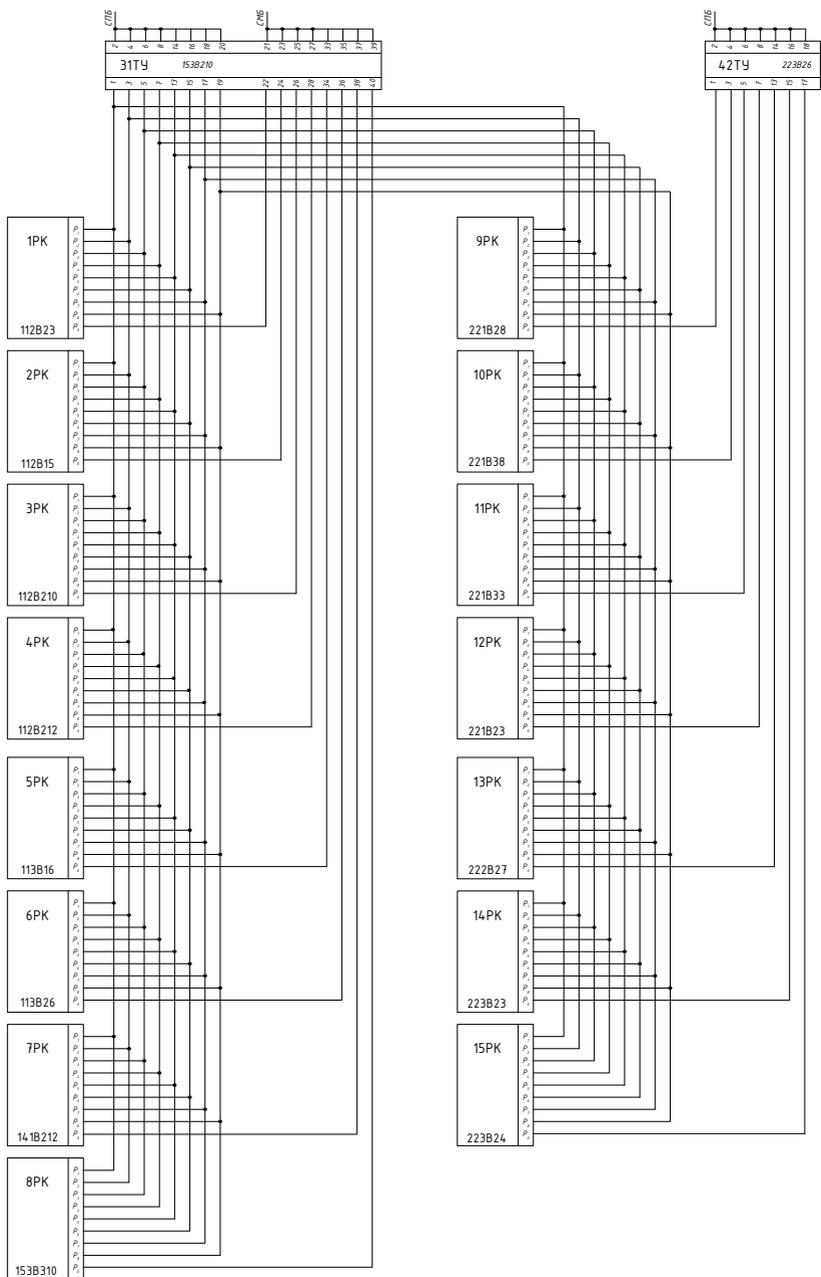


Рисунок 6.12 – Схема управления измерительными каналами

6.5 Монтаж цепей телеизмерения

Дополнительный монтаж цепей телеизмерения на стативах или панелях питания до высокоомных резисторов производится монтажным проводом [12].

При невозможности установки высокоомных резисторов на тех стативах, где установлена измерительная панель, монтаж между стативами или панелями питания от измерительной панели до этих резисторов производится:

- для ответственных (рельсовых) цепей экранированными проводами или кабелями парной скрутки с обязательным соблюдением пар;
- цепей питания допускаются производить кабелем парной скрутки с обязательным соблюдением пар.

Не допускается проектирование и установка на стативах трансформаторов СОСЗ 50П и блоков БСТ-3, применяемых для измерения цепей трехфазного переменного тока с напряжением (0–220 В) питания устройств СЦБ от фидеров, ДГА и других. Эти трансформаторы и блоки необходимо проектировать и размещать в отдельном щите или шкафу.

Для уменьшения влияния наведенных напряжений внешних цепей на цепи измерения для монтажа от высокоомных резисторов, установленных на ПП-20, до клемм блоков РК и ТИ применяются экранированные провода и кабели парной скрутки с обязательным соблюдением пар и заземлением экранов или оболочек согласно рисунку 6.13.

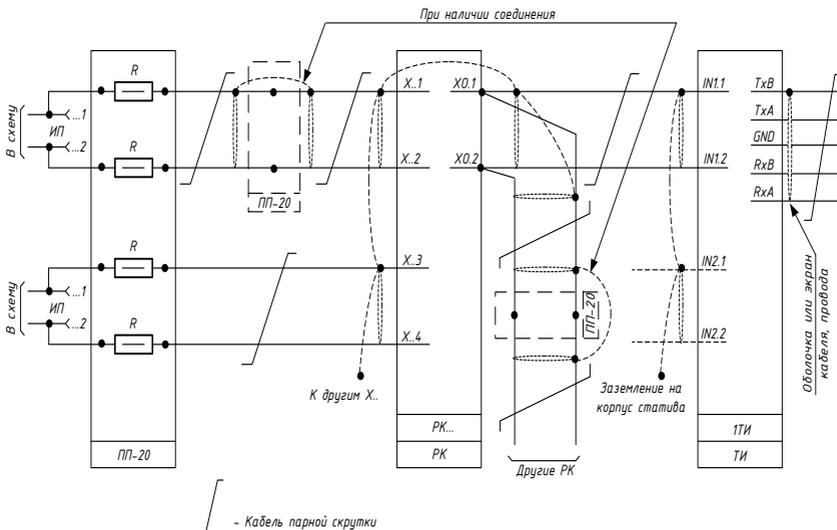


Рисунок 6.13 – Схема заземления экранов кабелей и проводов

Объединение оболочек или экранов этих проводов и кабелей методом пайки производится на концах, подведенных к клеммам X0.1\X0.2-X8.1\X8.2 каждого установленного блока РК.

Объединение оболочек или экранов проводов и кабелей методом пайки также производится на концах, подведенных к клеммам TX, RX, 1N1, 1N2 блока ТИ. К данной спайке припаивается или приваривается провод удвоенного сечения монтажного провода статива, но не менее $1,5 \text{ мм}^2$, которым на стативе с блоком ТИ производится заземление оболочек и экранов кабелей и проводов, уложенных для системы телеизмерений.

Оболочки или экраны кабелей и проводов, уложенных для других целей, к данному объединению оболочек и экранов не подключаются [14].

6.6 Программное обеспечение

Для возможности выполнения измерений по станции необходимо описать матрицу коммутации для станции и каждое измерение. Описание оформляется в табличной форме. Описание состоит из описания подключения коммутаторов к блокам ТУ16, наименование всех групп измеряемых объектов, описание каждого объекта (значение дополнительного резистора, допуски измеряемых значений, принадлежность объекта к группе, номер коммутатора и реле в коммутаторе, номер измерительного канала, метод измерения) [12].

Программное обеспечение линейного комплекта, используя эти данные, позволяет производить как удаленное управление измерениями, так и локальное с рабочего места электромеханика.

Для управления измерениями с рабочего места электромеханика используется программа «Тестер телеизмерения», которая показывает все произведенные измерения с указанием времени, даты и допуски по каждому измерению. Если новых измерений не производится, то последнее произведенное измерение становится текущим, и данные этого измерения обновляются каждые 300 мкс.

На линейной станции ведется протокол всех производимых измерений, который записывается на жесткий диск компьютера линейного комплекта.

Протокол телеизмерений ведется также и на рабочем месте ШЧД.

Так как на ЦП ДЦ «Неман» ведется полный архив данных ТС, то при необходимости результаты измерения могут быть восстановлены и из этого архива.

7 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ДЦ «НЕМАН»

Программное обеспечение ДЦ Неман работает под любыми ОС семейства Windows, Linux семейства Debian [17]. Имеет интуитивно-понятный интерфейс. Позволяет гибко настраивать разграничение прав доступа, ведение протоколов и архивов состояний, оперативный просмотр архивных данных с воспроизводством состояний объектов на АРМ.

Комплекс программ системы диспетчерской централизации «Неман» включает в себя следующее программное обеспечение:

- линейного пункта;
- машины связи центрального поста;
- места оперативного персонала (ДНЦ, ШЧД, ЭЧЦ и т.д.);
- рабочего места графика исполненного движения (ГИД «Неман»).

Программное обеспечение линейного пункта предназначено для инсталляции на компьютеры в промышленном исполнении, установленные на станциях участка, которые оборудованы аппаратурой линейного пункта ДЦ «Неман». Через устройство сопряжения Ц32М данные компьютеров подключены к первичным контроллерам ТС32М и/или ТУ16М. На основании данных, получаемых от контроллеров ТС32М, программное обеспечение линейного пункта формирует таблицы телесигнализации и по каналам связи, передает их на центральный пост. На основании таблицы телеуправления, полученной по каналам связи, программное обеспечение линейного пункта передает управляющие команды на контроллеры ТУ16М.

На станциях, где установлены линейные пункты системы ДЦ «Нева», программное обеспечение ДЦ «Неман» не применяется.

Программное обеспечение машины связи центрального поста предназначено для: расшифровки данных ТС, получаемых из каналов связи, формирования этих данных в виде таблиц по каждой станции, передачи этих таблиц в локальную сеть, прием команд телеуправления из локальной сети, формирования команд телеуправления и передачи их в каналы связи, обеспечения возможности визуальной индикации данных процессов на мониторе компьютера связи, записи протокола всех импульсов ТС и ТУ.

Компьютер рабочего места (ДНЦ, ШЧД, ЭЧЦ и т.д.) осуществляет прием данных ТС по заданным станциям, формирует состояние объектов индикации в виде таблиц базы FireBird для каждой станции, передачу управляющих приказов на машину связи на основании сформированных записей в таблице управляющих приказов базы FireBird.

Программное обеспечение рабочего места оперативного персонала выполняет функцию пользовательского интерфейса – отображение базы состояния объектов, индикации в заданной для данного рабочего места форме

и формирование разрешенных для данного рабочего места записей в таблице управления.

7.1 Программное обеспечение рабочих мест оперативного персонала

Программное обеспечение АРМов ДЦ «Неман» предназначено для работы под управлением операционных систем MS Windows 2000, XP (SP3), Server 2003 и выше, использует базы данных FireBird 1.5.x и язык запросов SQL [17].

Комплект оборудования и программного обеспечения на рабочем месте диспетчера зависит от технологии его работы и определяется в период проектирования. Типовой комплект оборудования и программного обеспечения включает два компьютера офисного типа, где устанавливается одинаковое программное обеспечение АРМ ДНЦ «Неман», отличающееся визуальным представлением информации (отображение всего участка и отображение станций), они взаимозаменяемы и рассматриваются, как 100%-й резерв на случай сбоя одного из них. Эти компьютеры находятся в изолированной локальной сети «Неман». Третий офисный компьютер находится в общепользовательской локальной сети, на нем устанавливается программное обеспечение АС ГИД «Неман». В комплект оборудования может входить принтер или плоттер.

7.2 Программное обеспечение АРМ ДНЦ

Автоматизированное рабочее место поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) предназначено для планирования и организации движения поездов на диспетчерском участке посредством визуального контроля объектов и поездной обстановки централизованного управления объектами железнодорожной автоматики.

Аппаратная часть и программное обеспечение АРМ ДНЦ обеспечивают выполнение следующих функций:

- контроль объектов железнодорожной автоматики;
- управление объектами железнодорожной автоматики;
- отображение состояния объектов телеуправления на мониторе;
- отображение поездной ситуации в виде графика исполненного движения, сведения о поездах, вагонах, грузах, поездной и грузовой работе отображаются в текстовой форме, данные телесигнализации, телеуправления, график исполненного движения автоматически хранятся в течение заданного промежутка времени;
- идентификация номера поезда и ведение его по участку;
- доступ к информационной базе АСОУП. Связь с АСОУП осуществляется по протоколу FTP;

- хранение и выдача по запросам диспетчера нормативно-справочной информации;
- расчет выполнения участковой и технической скоростей на участке;
- произвольное увеличение или уменьшение как количества, так и размера диспетчерских кругов, например в ночное и дневное время суток.

Данное ПО обеспечивает:

- прием данных телесигнализации и контроля телеуправления из локальной сети по протоколу TCP/IP;
- передачу команд телеуправления в локальную сеть по протоколу TCP/IP;
- ведение моделей контролируемых станций на основании данных телесигнализации, формирование слов состояний объектов путевого развития и состояния станций, запись результатов анализа в базу данных;
- прием из базы данных строк команд телеуправления, формирование «кодowych пакетов» команд для передачи в локальную сеть;
- отображение на экране монитора поездного положения и объектов станций или участка на основании прочитанных данных об их состоянии.

Программное обеспечение АРМ ДНЦ состоит из следующих программ:

- модель зоны контроля (SectionModel.exe);
- программы визуализации графических объектов (Visualisation.exe);
- программы звуковой сигнализации (Sound.exe) и данных;
- конфигурационная база с перечнем отображаемых станций (CNF_GDB);
- базы описаний станций (STxxxxxx.GDB);
- файл конфигурации (VIZ..... cnf);
- файлы с описаниями графических изображений станций (SGxxxxxx.sgd);
- файлы с описаниями графических изображений участка (UGxxxxxx.sgd);
- файлы с описаниями графических изображений участка (QGxxxxxx.sgd), если изображение участка спроектировано для двух мониторов;
- файлы с описаниями используемых рисунков (xxxxxxx.im);
- файлы с описаниями используемых цветовых наборов (xxxxxxx.cs),

где «.....» – имя зоны контроля (не всегда совпадает с названием диспетчерского участка, «xxxxxxx» – сетевой код станции.

Файлы конфигурации, базы описаний станций, состояний и команд, файлы графических изображений, рисунков и цветовых наборов являются уникальными для каждого участка, и процесс их создания является составной частью этапа проектирования. Все эти файлы поставляются на инсталляционном носителе.

Программа SectionModel – «Модель зоны контроля» принимает от «Диспетчера связи» данные ТС и контроль ТУ и располагает эти данные в зара-

нее расформатированных в памяти таблицах ТС и ТУ, состояние импульсов можно увидеть, нажав кнопку «Тестер ТИ» или «Тестер ТУ» на форме приложения и выбрав затем интересующую станцию.

Программа Visualisation принимает от программы SectionModel слова состояний объектов станций, передает ей аббревиатуры команд ТУ, но основной ее функцией является графическое отображение состояния объектов станций согласно проекту.

Графические изображения в программе Visualisation не масштабируются. Но имеется возможность использовать несколько изображений (масштабов) одной и той же станции – основной и подробный (это обусловлено тем, что на разных масштабах необходима разная детализация объектов). Основной вид отображения представлен на рисунке 7.1.

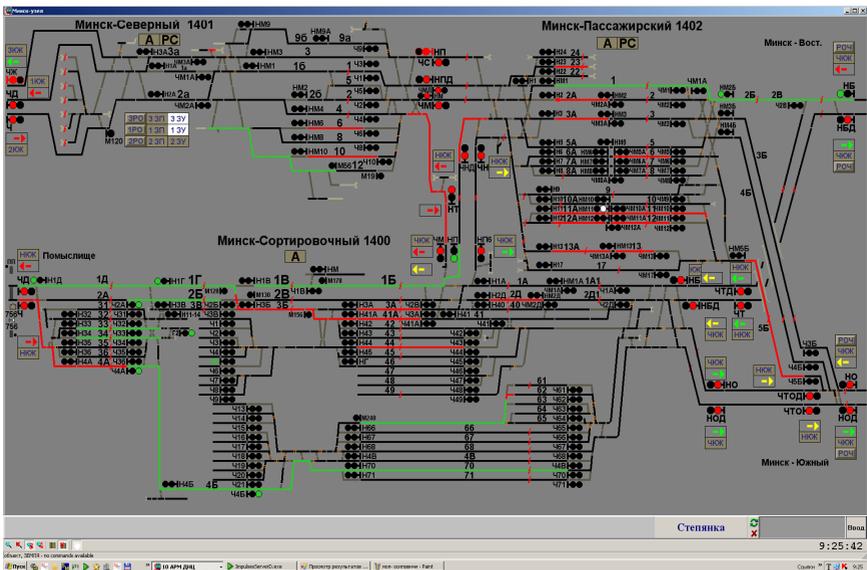


Рисунок 7.1 – Основной вид АРМ ДНЦ

Программы Visualisation.exe выполняют следующие задачи:

- отображение на экране монитора поездного положения объектов участка на основании прочитанных данных об их состоянии;
- отображение на экране монитора поездного положения и объектов станций на основании прочитанных данных об их состоянии;
- формирование и запись в базу строковых команд телеуправления.

Программа Sound.exe позволяет использовать звуковое оповещение для контроля состояния особо важных событий.

На экранах мониторов отображается схема путевого развития станций и прилегающих перегонов с блок-участками в режиме показа диспетчерского участка; на любом из этих мониторов можно отобразить схему в режиме показа станции; отображаются показания светофоров, путевых элементов, экранные кнопки, индикаторы, ячейки и области различных объектов телеуправления и телесигнализации.

На экране монитора черным цветом отображается название станций. Название станции, являющейся активной в данный момент, отображается зеленым цветом. Внизу окна отображения участка располагаются две панели, которые, начиная с верхней, имеют следующее назначение:

1) панель ввода команд телеуправления, относящихся к активной станции участка (рисунок 7.2), на ней расположены:

- экранные кнопки управления и шильды контроля состояния;
- экранная ячейка названия станции;
- экранная ячейка для повторного ввода последней команды;
- экранная ячейка для очистки текста выбранной команды;
- экранная ячейка ввода текста команды управления;
- экранная кнопка «ввод» для отправки команды телеуправления;

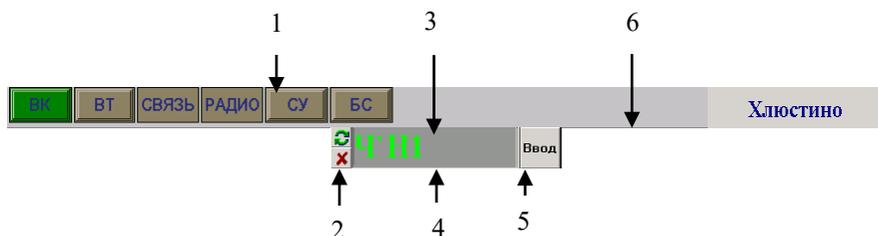


Рисунок 7.2 – Панель ввода команд телеуправления:

1 – экранные кнопки управления и шильды контроля состояния; 2 – экранная ячейка названия станции; 3 – экранная ячейка для повторного ввода последней команды; 4 – экранная ячейка для очистки текста выбранной команды; 5 – экранная ячейка ввода текста команды управления; 6 – экранная кнопка «ввод» для отправки команды телеуправления.

2) панель выбора отображения станций (рисунок 7.3), на ней расположены:

- экранная ячейка для отображения в режиме показа станции;
- экранная ячейка для отображения участка;
- экранная ячейка отображения панели ячеек выбора станции (не используется);
- экранная ячейка скрытия панели ячеек выбора станции (не используется);
- экранная ячейка режим курсора (при нажатии кнопки вместо курсора появляется «рука», с помощью которой возможно перемещение по изображению).

С правой стороны панели экранная область – цифровые часы.



Рисунок 7.3 – Панель выбора отображения станций:

1 – экранная ячейка для отображения в режиме показа станции; 2 – экранная ячейка для отображения участка (не используется); 3 – экранная ячейка отображения панели ячеек выбора станции; 4 – экранная ячейка скрытия панели ячеек выбора станции (не используется); 5 – экранная ячейка режим курсора (при нажатии кнопки вместо курсора появляется «рука», с помощью которой возможно перемещение по изображению).

7.3 Программное обеспечение АРМ ШЧД

Автоматизированное рабочее место диспетчера дистанции сигнализации и связи (АРМ ШЧД) предназначено для организации работы диспетчера дистанции сигнализации и связи, обеспечивает более наглядное представление каналов связи, используемых системами ЭЦ, ДЦ.

АРМ ШЧД позволяет сосредоточить всю необходимую информацию в одном месте, что значительно сокращает время, необходимое на устранения возникшего повреждения. АРМ ШЧД отображает реальную поездную ситуацию по станциям и перегонам всех диспетчерских участков, обеспечивает просмотр таблиц распределения сигналов ТС и команд ТУ, посланных диспетчером; архивов, кодовых групп по каждой станции, кодовых групп по каналу. Ведет регистрацию сбоев кодовых линий.

Программное обеспечение АРМ ШЧД состоит из следующих программ:

- модель зоны контроля (SectionModel.exe);
- программы визуализации графических объектов (Visualisation.exe);
- программы звуковой сигнализации (Sound.exe);
- программы для проведения телеизмерений (MeasurementsViewer.exe);
- программы для проигрывания протоколов импульсов телесигнализации (TSPlayer3.exe).

Схема отображения на мониторах путевого развития станций и прилегающих перегонов с блок-участками в режиме показа диспетчерского участка и в режиме станции не отличается от схемы в АРМ ДНЦ. Дополнительно к ней АРМ ШЧД имеет диагностическое окно контроля состояния блоков ТС, ТУ и контроля кодовых линий (рисунок 7.4).

ПО ДЦ «Неман» ведет архив состояния импульсов ТУ, ТС по каждой станции за каждый час. В случае необходимости этот архив можно просмотреть в текстовом виде или в режиме визуализации.

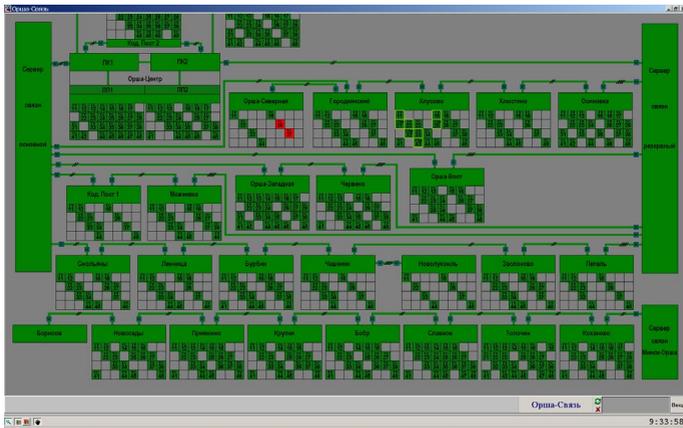


Рисунок 7.4 – Диагностическое окно контроля состояния участка АРМ ШЧД

Для запуска визуализации из архива (плеера) необходимо для модели зоны контроля выбрать режим «Принимать из плеера» – рисунок 7.5, затем запустить программу для проигрывания протоколов импульсов телесигнализации TSPlayer3.exe – рисунок 7.6.

На панели ТС плеера расположены:

- окно выбора даты и времени для проигрывания протокола;
- кнопка старт/стоп;
- выбор скорости проигрывания протокола;
- окно событий.

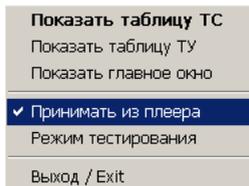


Рисунок 7.5 – Выбор режима SectionModel.exe для ТС плеера

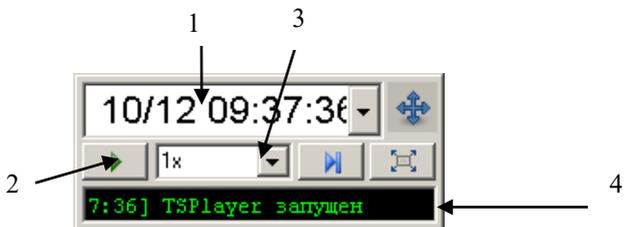


Рисунок 7.6 – Панель ТС плеера:

1 – окно выбора даты и времени для проигрывания протокола; 2 – кнопка старт/стоп; 3 – выбор скорости проигрывания протокола; 4 – окно событий.

Диспетчер дистанции сигнализации и связи имеет возможность проведения дистанционных измерений по станции. Для этого используется программа MeasurementsViewer.exe (рисунок 7.7). Программа имеет интуитивно понятный интерфейс и позволяет просматривать и проводить измерения по всем станциям участка.

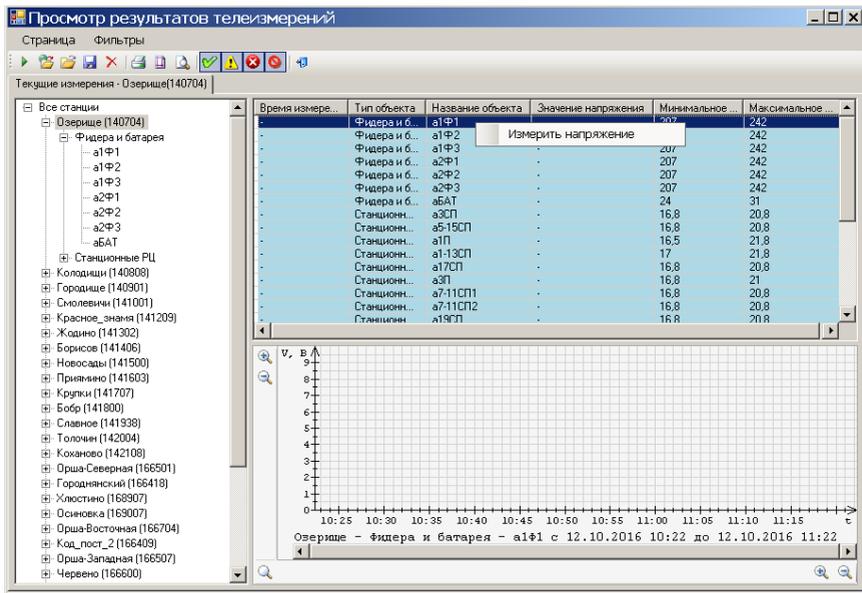


Рисунок 7.7 – Окно программы MeasurementsViewer.exe

8 АППАРАТУРА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

8.1 Форматы передачи данных

Полноценное функционирование системы было бы невысказанным без возможности передавать информацию на расстояния, будь то передача данных от устройств аналогового съема к компьютеру либо от компьютера аппаратуры линейного комплекта к аппаратуре центрального поста и обратно, при этом потерялся бы смысл в строительстве системы диспетчерской централизации. Поэтому вопросы передачи данных стоят в ряду первых.

Различают последовательную и параллельную передачу данных. При использовании параллельной передачи блок данных передается целиком за один такт, в то время как последовательная передача предполагает использование одной сигнальной линии (по которой и передаются данные) и управляющих линий. В свою очередь, последовательная передача может осуществляться в асинхронном или синхронном режимах.

Синхронный режим передачи (*synchronous*) предполагает постоянную активность канала связи. Посылка начинается с синхробайта, за которым сразу же следует поток информационных битов. Если у передатчика нет данных для передачи, он заполняет паузу непрерывной посылкой байтов синхронизации. Очевидно, что при передаче больших массивов данных накладные расходы на синхронизацию в данном режиме будут ниже, чем в асинхронном. Однако в синхронном режиме необходима внешняя синхронизация приемника с передатчиком, поскольку даже малое отклонение частот приведет к искажению принимаемых данных. Внешняя синхронизация возможна либо с помощью отдельной линии для передачи сигнала синхронизации либо с использованием самосинхронизирующего кодирования данных, при котором на стороне приемника из принятого сигнала могут быть выделены импульсы синхронизации. В любом случае синхронный режим требует дорогих линий связи или оконечного оборудования.

Синхронная передача отличается высокой скоростью, но малой гибкостью. Параметры связи устанавливаются изначально, а данные передаются сплошным потоком безо всякого разделения на блоки. Синхронная передача хуже защищена от помех – по этой причине синхронные протоколы в чистом виде не применяются.

Большинство современных протоколов в действительности асинхронные, но со сравнительно большим размером блока данных. Само же содержимое блока передается в синхронном режиме. Тем не менее, термин «асинхронные» закрепился только за такими протоколами, в которых размер блока равен одному байту (обрамленному стартовыми и стоповыми битами).

При асинхронной передаче каждому байту предшествует старт-бит, сигнализирующий приемнику о начале посылки, за которым следуют биты данных и, возможно, бит паритета (четности). Завершает посылку стоп-бит, гарантирующий паузу между посылками. Старт-бит следующего байта посылается в любой момент после стоп-бита, то есть между передачами возможны паузы произвольной длительности. Старт-бит, имеющий всегда строго определенное значение (логический 0), обеспечивает простой механизм синхронизации приемника по сигналу от передатчика. Подразумевается, что приемник и передатчик работают на одной скорости обмена. Внутренний генератор синхронизации приемника использует счетчик-делитель опорной частоты, обнуляемый в момент приема начала старт-бита. Этот счетчик генерирует внутренние стробы, по которым приемник фиксирует последующие принимаемые биты. В идеале стробы располагаются в середине битовых интервалов, что позволяет принимать данные и при незначительном рассогласовании скоростей приемника и передатчика. Чем меньше коэффициент деления опорной частоты внутреннего генератора (чем выше частота передачи), тем больше погрешность привязки стробов к середине битового интервала, и требования к согласованности частот становятся более строгими. Чем выше частота передачи, тем больше влияние искажений фронтов на фазу принимаемого сигнала. Взаимодействие этих факторов приводит к повышению требований к согласованности частот приемника и передатчика с ростом частоты обмена.

Формат асинхронной посылки позволяет выявлять возможные ошибки передачи: если принят перепад, сигнализирующий о начале посылки, а по стробу старт-бита зафиксирован уровень логической единицы, старт-бит считается ложным и приемник снова переходит в состояние ожидания; если во время, отведенное под стоп-бит, обнаружен уровень логического нуля, фиксируется ошибка стоп-бита; если применяется контроль четности, то после посылки бита данных передается контрольный бит. Этот бит дополняет количество единичных бит данных до четного или нечетного в зависимости от принятого соглашения. Прием байта с неверным значением контрольного бита приводит к фиксации ошибки. Контроль формата позволяет обнаруживать обрыв линии: при этом принимаются логический нуль, который сначала трактуется как старт-бит, и нулевые биты данных, потом срабатывает контроль стоп-бита. Для асинхронного режима принят ряд стандартных скоростей обмена: 50, 75, 100, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19 200, 38 400, 57 600 и 115 200 бит/с.

8.2 Параллельно-последовательное преобразование

За преобразования данных из параллельной формы в последовательную в компьютере отвечает микросхема, называемая UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, «Универсальный, асинхронный премопередатчик»).

Этот чип (связанный с компьютером параллельно, а с портами – последовательно) обслуживает только имеющиеся в компьютере последовательные порты.

Прежде всего, данные преобразуются в последовательный формат, то есть в сплошную цепочку битов. Затем, чтобы данные можно было передавать асинхронно, эта цепочка разбивается на блоки, которые в данном случае равны одному байту. И, наконец, каждый блок снабжается маркерами – признаками начала – стартовый бит (start bit) и конца блока – стоповый бит (stop bit).

Стартовый бит всегда равен 0, стоповый – 1. Послав один за другим стартовый бит, байт данных и стоповый бит, передатчик может повторять стоп-бит до тех пор, пока приемник не будет готов получить следующий байт. Тогда посылается стартовый бит, служащий сигналом начала новой порции данных. Такой механизм обеспечивает гибкий контакт передатчика и приемника, но не защищает от ошибок, которые могут произойти при передаче. Чтобы обеспечить обнаружение ошибок, сразу после байта данных (перед стоповым битом) вставляется еще один бит – контрольный (parity bit). Его значение определяется содержимым передаваемого байта и тем, какой из двух режимов контроля установлен – контроль четности (even parity) или контроль нечетности (odd parity).

Допустим, передается байт 01001101. Он содержит четыре единицы, т. е. четное количество. Поэтому, если включен режим контроля нечетности, контрольный бит устанавливается в 1, чтобы общее число единиц стало нечетным. И наоборот, когда установлен режим контроля четности, контрольный бит приравнивается 0, чтобы сохранить количество единиц четным.

Итак, вот что происходит с байтом данных при его преобразовании из параллельной в последовательную (и из синхронной в асинхронную) форму (рисунок 8.1).

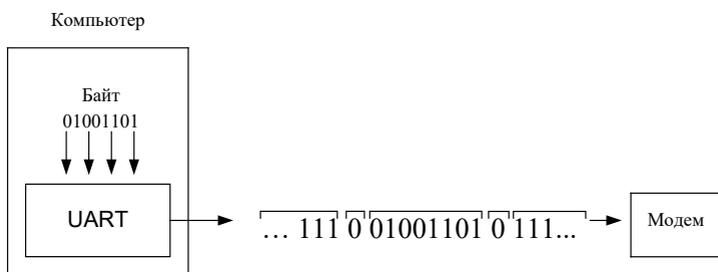


Рисунок 8.1 – Параллельно-последовательное преобразование

После передачи UART принимающего компьютера преобразует данные обратно в обычный 8-битовый формат.

Весь этот процесс поддается некоторой настройке. Во-первых, длина байта данных может быть равна не только восьми битам, но и семи – при этом старший бит каждого байта игнорируется (сейчас такой режим исполь-

зается очень редко). Во-вторых, можно управлять контрольным битом – устанавливать режим контроля четности или нечетности либо вообще отключать контроль (при этом контрольный бит не вставляется). И наконец, можно управлять минимальным количеством стоповых битов – 1 или 2 (в последнем случае передача несколько замедляется, но надежность ее повышается).

Эти три параметра можно менять из коммуникационной программы. Разумеется, они должны совпадать у приемника и передатчика, иначе данные будут искажаться. Часто значения этих параметров пишут сокращенно: например, 8/N/1 означает «8 битов данных, отсутствие (None) контроля четности, один стоповый бит». Чаще всего используются именно эти значения.

8.3 Преобразование RS-232/RS-422

На физическом уровне последовательный интерфейс имеет различные реализации, отличающиеся способом передачи электрических сигналов. Существует ряд родственных международных стандартов: RS-232C, RS-423A, RS-422A и RS-485. На рисунке 8.2 приведены схемы соединения приемников и передатчиков, а также показаны ограничения на длину линии (L) и максимальную скорость передачи данных (v).

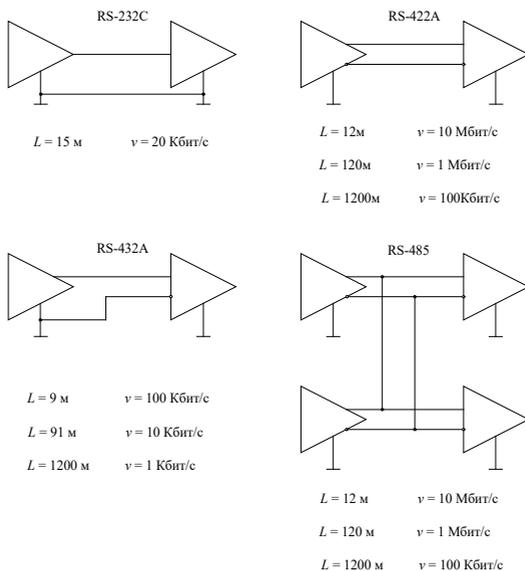


Рисунок 8.2 – Схемы реализации последовательных интерфейсов

Несимметричные линии интерфейсов RS-232C и RS-423A имеют самую низкую защищенность от синфазной помехи, хотя дифференциальный вход приемника RS-423A несколько смягчает ситуацию. Лучшие параметры имеет

двухточечный интерфейс RS-422A и его магистральный (шинный, допускающий одновременное подключение нескольких устройств) аналог RS-485, работающие на симметричных линиях связи. В них для передачи каждого сигнала используются дифференциальные сигналы с отдельной (витой) парой проводов. В перечисленных стандартах сигнал представляется потенциалом.

Наибольшее распространение в компьютерах получил простейший из перечисленных – стандарт RS-232C, реализуемый COM-портами. В промышленной автоматике, широко применяется RS-485, а также RS-422A. Существуют преобразователи сигналов для согласования этих родственных интерфейсов (например, ADAM 4520, который помимо преобразования осуществляет гальваническую изоляцию).

Стандарт RS-232C использует несимметричные передатчики и приемники – сигнал передается относительно общего провода – схемной земли. Интерфейс не обеспечивает гальванической развязки устройств. Логической единице соответствует напряжение на входе приемника в диапазоне $-12 \dots -3$ В. Для линий управляющих сигналов это состояние называется ON («включено»), для линий последовательных данных – MARK.

Логическому нулю соответствует диапазон $+3 \dots +12$ В. Для линий управляющих сигналов состояние называется OFF («выключено»), а для линий последовательных данных – SPACE. Диапазон $-3 \dots +3$ В – зона нечувствительности, обуславливающая гистерезис приемника: состояние линии будет считаться измененным только после пересечения порога (рисунок 8.3).

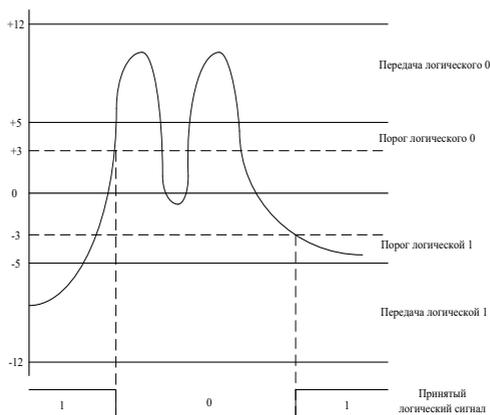


Рисунок 8.3 – Интерпретация передаваемых данных для интерфейса RS-232

Уровни сигналов на выходах передатчиков должны быть в диапазонах $-12 \dots -5$ В и $+5 \dots +12$ В для представления единицы и нуля соответственно. Разность потенциалов между схемными землями (SG) соединяемых

устройств должна быть менее 2 В, при более высокой разности потенциалов возможно неверное восприятие сигналов. Интерфейс предполагает наличие защитного заземления для соединяемых устройств, если они оба питаются от сети переменного тока и имеют сетевые фильтры.

Подключение и отключение интерфейсных кабелей устройств с автономным питанием должно производиться при отключенном питании. Иначе разность невыровненных потенциалов устройств в момент коммутации может оказаться приложенной к выходным или входным (что опаснее) цепям интерфейса и вывести из строя микросхемы.

Следует помнить, что активному состоянию сигнала («включено») и логической единице передаваемых данных соответствует отрицательный потенциал (ниже -3 В) сигнала интерфейса, а состоянию «выключено» и логическому нулю – положительный (выше $+3$ В).

Поскольку аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) разнесена территориально, а также из-за наличия различных устройств с большим электромагнитным излучением область применения интерфейса RS-232 заметно сужается, и вместо него применяется интерфейс, работающий на симметричной линии связи, – RS-422 (рисунок 8.4), где для передачи каждого сигнала используются дифференциальный сигнал с отдельной (витой) парой проводов.

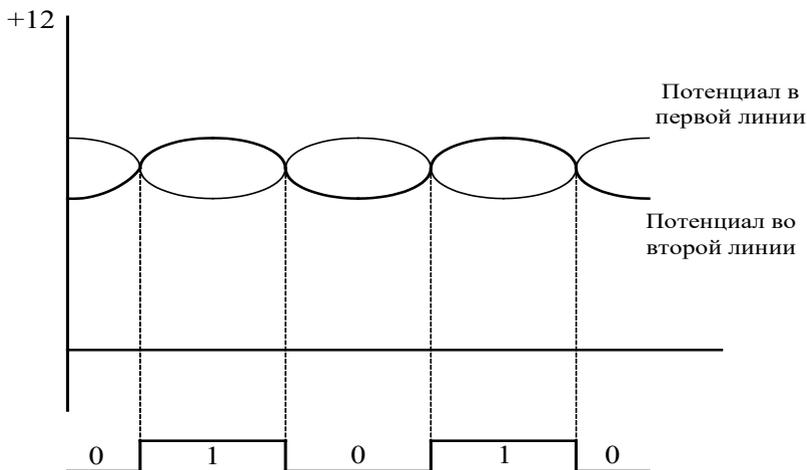


Рисунок 8.4 – Интерпретация передаваемых данных для интерфейса RS-422

На рисунке 8.4 графически поясняется процесс передачи данных при использовании протокола RS-422. При передаче данных изменяется потенциал в обоих проводах. Если потенциал в первом проводе выше потенциала во втором проводе, дифференциальный усилитель находится в одном состоя-

нии, как только потенциал во втором проводе становится выше потенциала в первом проводе – дифференциальный усилитель переключается в другое состояние. Таким образом, манипулируя уровнями потенциалов происходит передача информации от передатчика к приемнику. При использовании протокола RS-422 имеет значение правильность подключения проводов, поскольку перестановка приведет к инвертированию передаваемой информации. Повышение расстояния и скорости передачи информации достигается применением симметричной линии передачи информации (витая пара), в которой компенсируются наводимые напряжения.

8.4 Модем

Модем – специальное устройство, используемое для передачи данных. Его основная функция – преобразование сигнала из цифровой формы в аналоговую, и обратно. Процесс этот называется модуляцией, а обратное преобразование – демодуляцией, откуда и произошло название самого устройства.

Первые модемы использовали только одну характеристику сигнала – ее частоту. Современные же модемы манипулируют сразу несколькими параметрами аналогового сигнала (амплитуда, частота, фаза). Несущая (carrier) частота – это и есть тот самый «исходный» аналоговый сигнал, с которым производятся все дальнейшие изменения параметров, т. е. модуляция. Для модема наличие сигнала несущей частоты в линии – признак того, что связь установлена так, как даже если никакой информации в данный момент не передается, несущая все равно должна присутствовать.

Скорость передачи данных, измеряемая в бодах (baud), определяется тем, как часто модем может переключаться с одного аналогового сигнала на другой. Например, если за секунду модем меняет характеристики посылаемого сигнала 1200 раз, то о нем говорят, что он работает на скорости 1200 бод. Вторая важная характеристика показывает, сколько битов информации модем может уместить в один аналоговый сигнал.

Чтобы получить самую важную характеристику модема – его пропускную способность, которая измеряется в битах в секунду, сокращенно бит/с (bits per second, bps), необходимо перемножить скорость и количество изменяемых параметров несущей. Например, если модем работает на скорости 2400 бод и каждый посылаемый им сигнал несет информацию о четырех битах, то пропускная способность этого модема равна 9600 бит/с. Собственно говоря, для пользователя модема важна именно скорость передачи данных, измеряемая в битах в секунду.

Стандарты скорости и модуляции. Для того чтобы два модема могли осуществлять обмен данными, они должны работать на одной и той же скорости и использовать один и тот же метод модуляции. С этой целью были разработаны стандарты (протоколы) на передачу данных, которые определяют для каждой скорости свой способ модуляции – то есть то, как и какими характеристиками аналогового сигнала кодируется двоичная информа-

ция. Кроме того любой модем должен поддерживать не только свою максимальную скорость (и соответствующий способ модуляции), но и все меньшие скорости – чтобы иметь возможность связываться с более медленными модемами, такое подстраивание скоростей называется «rate negotiation».

Более того, даже если оба связавшихся модема могут работать на скорости 28,8 Кбит/с, плохие условия связи – шум в линии, кратковременное пропадание несущей – могут заставить их перейти на какую-то из меньших скоростей, предусмотренных стандартом (например 26,4 Кбит/с). Такая перестройка скорости во время связи называется откатом (fallback). Самые совершенные из модемов умеют осуществлять и обратную операцию – повышение (fall-forward) скорости «на ходу» при улучшении качества линии.

Сжатие информации. Для увеличения скорости передачи информации применяют алгоритмы сжатия, реализованные на аппаратном уровне (непосредственно в модеме). Сжатие информации имеет огромное значение. Разработчики протоколов связи понимали это, и поэтому самые совершенные из этих протоколов предусматривают сжатие информации перед самой отправкой. Происходит это за счет «укорачивания байта». Более того, длина таких укороченных байтов может быть даже переменной, причем более часто встречающиеся символы кодируются более короткими последовательностями битов. Еще большей экономии можно достичь, сокращая повторяющиеся группы символов.

Обнаружение и коррекция ошибок. Всем известно, что такое плохая телефонная связь, когда из-за шума и треска трудно бывает расслышать голос собеседника. Аналогичная ситуация существует и при передаче данных. Для обеспечения достоверности передачи информации модем передает информацию не сплошным потоком, а разделяя на блоки, и после передачи каждого такого блока ждет ответа от модема на другом конце линии – все ли понято правильно. Если принимающий модем не смог принять очередной блок, он просит его повторить. Вот почему при плохой связи скорость передачи снижается – часть информации приходится посылать по нескольку раз. Такой принцип коррекции ошибок называется ARQ (Automatic Repeat reQuest, автоматический запрос на повторение).

Протоколы. Как уже отмечалось ранее, для того чтобы два модема могли осуществлять обмен данными, они должны работать на одной и той же скорости и использовать один и тот же метод модуляции, т. е. работать по одному протоколу. Слово «протокол» в применении к модемам часто употребляют для обозначения трех совершенно разных вещей – протоколов связи (например V.22), протоколов коррекции ошибок (например MNP4) и протоколов сжатия данных (например V.42bis).

Самые важные для модема стандарты – те, что определяют скорость его работы и метод модуляции. В настоящее время эти стандарты устанавливаются сектором стандартизации телекоммуникаций Международного телекоммуникационного союза (ITU-T, International Telecommunication Union-

Telecommunication Standardization Sector). Расположенный в Женеве ITU осуществляет координационные и консультативные функции в области связи по проводам и по радио, включая и цифровую связь. Эта организация является автором множества стандартов, определяющих устройство телефонных, телеграфных и прочих сетей во всем мире.

Группа стандартов ITU-T, относящихся к передаче цифровой информации, весьма обширна. Каждый такой стандарт (иногда их называют «рекомендациями») имеет обозначение «V.xx», где xx – некий номер (например V.42). Иногда ITU-T выпускает улучшенную версию какого-либо из своих стандартов. Она получает в обозначении добавление «bis», а следующая за ней – «terbo»; так, вслед за V.26 появились V.26bis и V.26terbo, дополняющие и развивающие исходный стандарт.

Эти стандарты охватывают самый широкий круг вопросов, например, V.7 представляет собой список терминов из области цифровой связи на трех языках (английском, французском и испанском), V.16 определяет передачу по телефонной линии медицинских электрокардиограмм, а стандарт V.17 устанавливает параметры передачи факсимильного изображения на скорости до 14,4 Кбит/с.

Значительное число стандартов V.xx посвящено модемной связи. Так, стандарт V.22bis описывает методы модуляции/демодуляции для скоростей до 2400 бит/с. Чтобы иметь право называться «модемом на 9600 бит/с», модему недостаточно просто работать с этой скоростью – он должен также скрупулезно соблюдать все, что написано в соответствующей рекомендации ITU-T, а именно V.32.

Другая важная группа стандартов – протоколы коррекции ошибок и сжатия данных, позволяющие заметно повысить качество связи на той же самой скорости. Здесь важная роль принадлежит фирме Microcom, которая реализовала в своих модемах серию протоколов MNP (Microcom Networking Protocol, «Сетевой протокол Microcom»). Эти протоколы и сейчас распространены достаточно широко, хотя и отошли на второй план с появлением стандартов ITU-T V.42 и V.42bis.

Установление соединения. Как же модемы решают, по какому протоколу они будут общаться? Понятно ведь, что без общего протокола модемы не могут обменяться ни битом информации – так как же тогда им удастся договориться о том, какой протокол установить?

Действительно, очень важно обеспечить возможность обмена информацией о доступных протоколах еще до того, как выбран какой-то из них.

Это происходит в процессе установления соединения (англ. *handshaking*) по довольно сложным правилам, которым обязаны подчиняться все без исключения модемы.

Суть этих правил сводится к тому, чтобы гарантировать выбор самого быстрого и совершенного из протоколов, доступных модемам на обоих концах линии. Модемы при этом обмениваются специальными сигналами, сообщающими о способности данного модема работать по тому или иному

протоколу. Послав друг другу свои «меню протоколов», модемы независимо (но согласованно!) решают, какой из них выбрать для связи, и одновременно переключаются в этот протокол. Так, если один из модемов предлагает, например, некий фирменный протокол, неизвестный второму модему, то в ответном «меню» он этого протокола не увидит. Таким образом, оба модема поймут, что по этому протоколу связаться не удастся, и выберут наилучший из обоюдно доступных протоколов. Самые совершенные из протоколов связи вдобавок к этому предусматривают этап тестирования качества линии, на котором не только выбирается максимально возможная в данных условиях скорость, но и подстраиваются некоторые параметры протокола. Сигналы, которыми модемы обмениваются на этапе установления соединения, физически представляют собой чистые (синусоидальные) тона различной длительности и частоты. Это – тот самый свист, который слышен из динамика модема, прежде чем его сменит шум соединения по протоколу.

8.5 Организация передачи данных в ДЦ «Неман»

Для обмена данными между аппаратурой линейного комплекта и аппаратурой центрального поста ДЦ «Неман» могут использоваться любые существующие на сегодня типы линий связи (двухпроводная физическая линия связи, канал тональной частоты, а при наличии соответствующего оконечного оборудования – оптическое волокно).

Наибольшее распространение получила физическая линия связи, при этом в качестве оконечного оборудования используется модем. Хорошо себя зарекомендовал внешний модем фирмы Zuxel U-336S. Внешний вид модема показан на рисунке 8.5.

В модеме предусмотрен ряд индикаторов со следующим функциональным значением:

PWR (Power) – индикатор включенного питания, светится при включенном модеме;

OH (Off-Hook) – индикатор снятия трубки;

AA (Auto Answer) – индикатор автоответа, светится, когда модем установлен в режим автоответа (Auto Answer Mode), мигает, при дозвоне;

DTR (Data Terminal Ready) – индикатор готовности источника данных;

DSR (Data Set Ready) – индикатор готовности приемника данных;

TXD (Transmit Data) – индикатор передачи данных, светится при передаче данных;

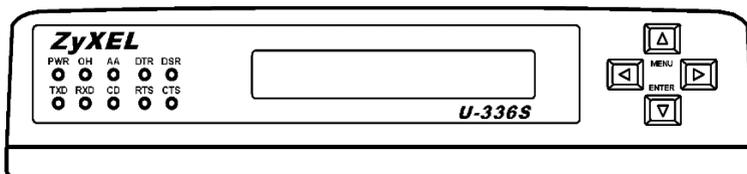
RXD (Receive Data) – индикатор получения данных, светится при приеме данных;

CD (Carrier Detect) – индикатор фиксации несущей частоты, светится, когда несущая зафиксирована;

RTS (Request To Send) – индикатор запроса на передачу, светится, когда модем запрашивает разрешение на передачу данных в компьютер (используется для асинхронной передачи данных);

CTS (Clear To Send) – индикатор готовности к отправке, светится, когда модем готов принять данные для передачи.

а)



б)

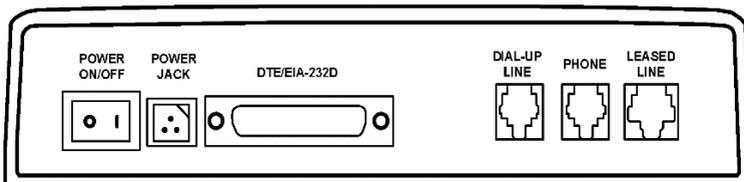


Рисунок 8.5 – Внешний вид модема ZyXEL U-366:
а – вид спереди; б – вид сзади

Функциональное назначение переключателя и коммутационных разъемов:

POWER – выключатель питания;

POWER JACK – разъем питания;

DTE/EIA-232D – разъем подключения компьютера;

DIAL-UP LINE – разъем подключения коммутируемой линии;

PHONE – разъем подключения телефона;

LEASED LINE – разъем подключения выделенной линии.

В физическом канале связи организуются цифровые потоки. Каждый поток имеет свой индивидуальный номер и предназначен для конкретного потребителя (линейного комплекта) и конкретных данных (телеуправления или телесигнализации). Для повышения надежности системы диспетчерской централизации применяют резервирование канала связи, так при выходе из строя канала связи на одном из участков обмен данными будет происходить по рабочим каналам соседних участков. При помощи программного обеспечения линейного комплекта фиксируется, какие данные, откуда и куда должны передаваться, таким образом линейный комплект выполняет еще и функции ретрансляции данных. Также данные могут передаваться диспетчерам соседних диспетчерских кругов управления.

При восстановлении канала связи необходимо, чтобы связь между модемами восстанавливалась без постороннего вмешательства – для этого один из модемов устанавливают в режим автодозвона (ведущий), а второй – в режим ожидания звонка (ведомый).

9 УВЯЗКА ДЦ «НЕМАН» С УСТРОЙСТВАМИ ЭЦ

9.1 Основные положения

Управление станцией осуществляется посредством воздействия на кнопки, коммутатор, ключи и т. д. В ДЦ «Неман» все элементы управления с помощью реле переключаются на нормально разомкнутые электронные ключи [15].

Для исключения воздействия на схемы ЭЦ в случае короткого замыкания ключей применяется схема переключающих реле Р, которая обеспечивает, однополюсное отключение электронных ключей от схем ЭЦ. Через фронтные контакты реле Р образуется питание, которое действует только в режиме автономного управления станцией. В этом случае к названию питания добавляется буква Р. Через тыловые контакты реле образуется питание, которое действует только в режиме диспетчерского управления.

9.2 Передача станции со станционного управления на диспетчерское и обратно

Для передачи станции на диспетчерское управление (рисунок 9.1) дежурный по станции нажимает кнопку «Отмена станционного управления» – ОСУ. Реле восприятия станционного управления (ВСУ) отпускает свой якорь. С проверкой наличия ключей-жезлов (притянут якорь реле КЖ), отсутствия искусственного замыкания стрелок (контакт реле РЗ), отсутствия закрытых кнопкой станционных переездов (контакт реле ЗП), отсутствия искусственной разделки (контакт реле ГРИ), отсутствия включения схемы макета стрелок (контакт реле КМ) и т. д. переключающие реле Р отпускают свой якорь.

В результате во всех схемах произойдет отключение органов управления станцией с пульта ДСП и подключение электронных ключей ДЦ «Неман» [16].

Реле контроля включения резервного управления (КВРУ) обеспечивает горение на станции белой лампочки станционного управления (СУ) в случае невыполнения условий передачи станции на диспетчерское управление. Это же реле выключает лампочку СУ при повороте ключа РУЗ (контакт 1–2) при переходе станции на резервное управление.

Переход станции на резервное управление осуществляется при повреждении линии связи или при отказе устройств диспетчерской централизации. Контакты 3–4 ключа РУЗ обеспечивают цепь возбуждения реле Р. В результате станция переходит на автономное управление с пульта ДСП. Для производства большого объема маневровой работы и в случае отдельных отказов электрической централизации (на перевод стрелки, необходимость открытия пригласительного сигнала для подвижных единиц с неисправной или отсутствующей радиосвязью и т. д.) станция передается на станционное управление с пульта ДСП.

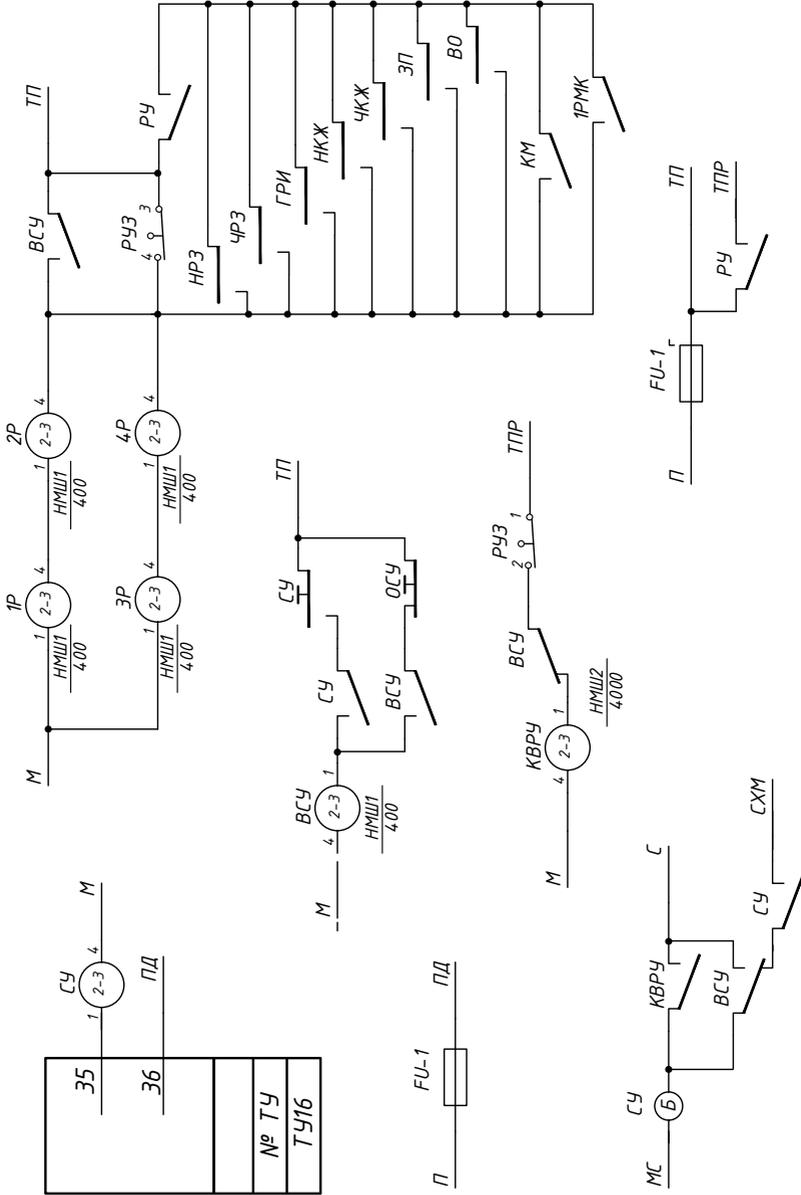


Рисунок 9.1 – Схема передачи станции на диспетчерское управление

Для этого диспетчер посылает команду разрешения станционного управления. Реле СУ на станции притягивает свой якорь. На пульте ДСП мигающим светом загорается лампочка СУ станционного управления. Нажимается кнопка восприятия станционного управления. В результате притягивает свой якорь и встает на самоблокировку реле восприятия ВСУ. Лампочка СУ загорается ровным светом. Контакт реле ВСУ в цепи реле КВРУ исключает горение лампочки СУ через контакт КВРУ.

9.3 Схемы управления стрелками

Для индивидуального перевода стрелок, а также программного перевода стрелок по маршрутам на станциях без маршрутного набора и станциях МРЦ в случае отказа маршрутного набора в схемы управления стрелками включаются два нормально разомкнутых ключа (рисунок 9.2) [16].

Ключи подключены через контакты переключающего реле Р. На станциях ЭЦ по альбому ЭЦ-9 для исключения обходных цепей изменена схема включения кнопок управления переводом стрелок.

Время замкнутого состояния ключей перевода стрелок определяется программой.

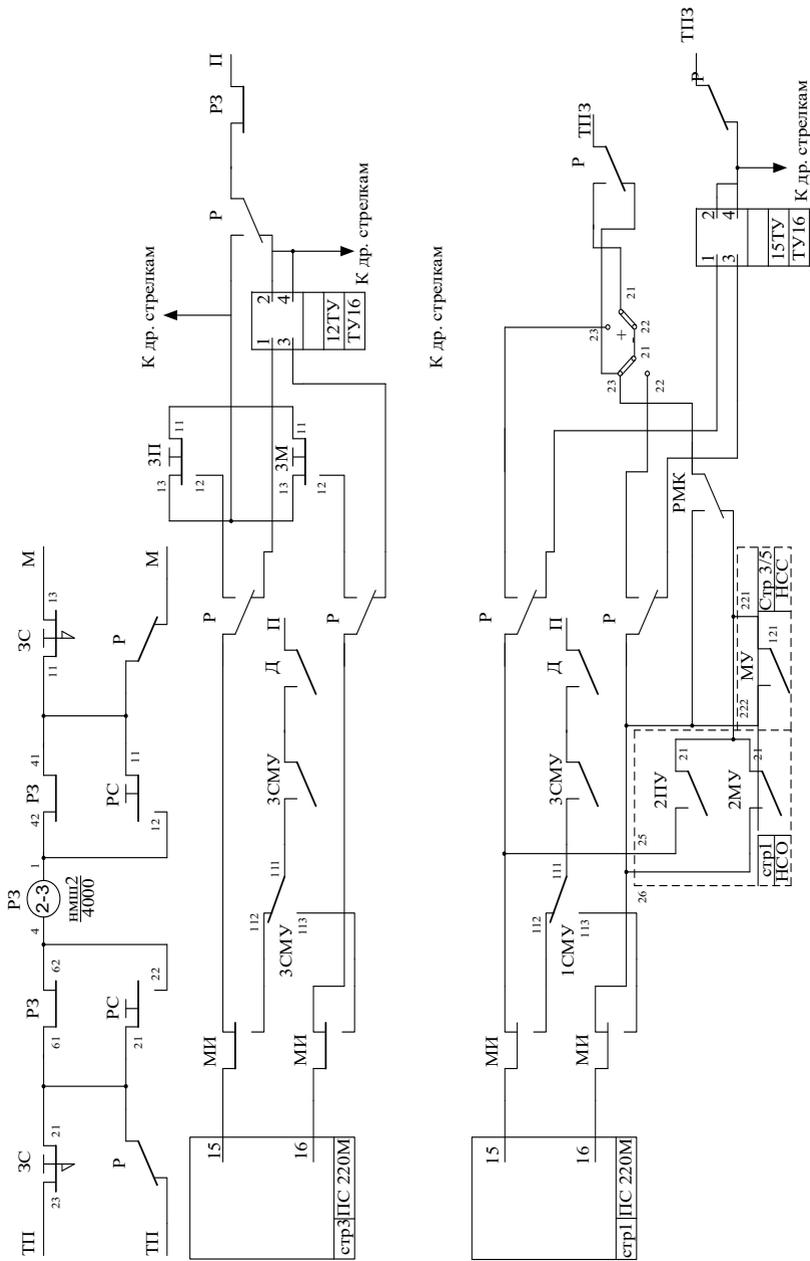
Ключ размыкается при пропадании контроля положения стрелки, что свидетельствует о возбуждении пускового реле стрелки НПС и обесточивании контрольного реле ОК, т. е. о начавшемся переводе. В случае обрыва или неисправности канала телесигнализации ключи в любом случае размыкаются через 1,6 с. На рисунках 9.3, 9.4 приведена схема управления одиночной и спаренной стрелками.

9.4 Схемы управления сигналами

К кнопочным реле станций управляющие ключи подключаются через переключающие реле Р (рисунки. 9.5, 9.6) с двухполюсным отключением кнопок и ключей в режимах диспетчерского или автономного управления соответственно [16].

Для отмены набора устанавливается реле ОНД, фиксирующее команду, и параллельно кнопке ОН через контакт Р включает отмену набора. Закрытие сигнала (отмена маршрута) производится с использованием комплектов реле отмены соответствующих альбомов ЭЦ. Для этого устанавливается повторитель ключа отмены – реле ОГД, контакт которого включается в цепь реле отмены взамен кнопки ОГ, коммутация выполняется контактами реле Р.

Время замкнутого положения ключа сигнала при отмене ограничено приходом импульса ТС, контролирующего открытое положение сигнала, и не превышает 10 с. Увеличение времени связано с необходимостью более длительного замыкания ключа сигнала при отмене маршрута, чем при его установке.



Рисуніок 9.2 – Схемa управления стрелками

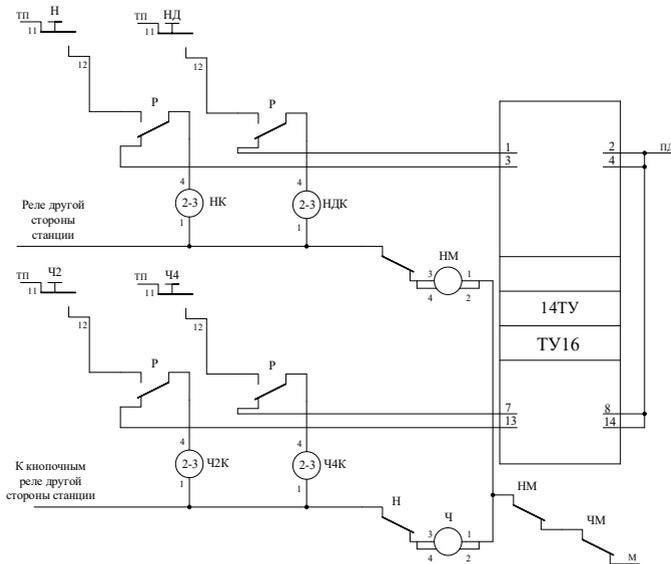


Рисунок 9.5 – Схема управления сигналами

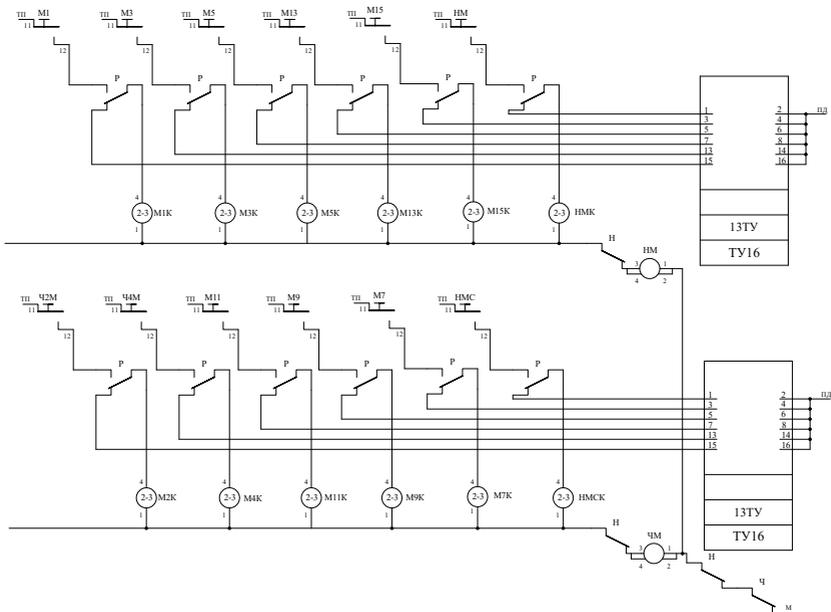


Рисунок 9.6 – Схема управления маневровыми сигналами

9.5 Схемы реализации ответственных приказов

Отличительной особенностью систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) по сравнению с промышленной автоматикой является потребность в передаче ответственной информации.

Под ответственной информацией понимается информация, используемая в дискретной системе, искажение которой переводит систему в опасное состояние. Ответственной телемеханической командой является команда телеуправления или телесигнализации, несущая ответственную информацию.

К таким командам относятся включение пригласительного огня светофора, вспомогательная (аварийная) смена направления движения поезда на перегоне, искусственная разделка маршрута, вспомогательный перевод стрелок без контроля свободности стрелочного путевого участка.

Передачу ответственных команд предусматривают с целью повышения эксплуатационной эффективности устройств ДЦ, улучшения условий оперативной деятельности поездных и маневровых диспетчеров, а также повышения пропускной способности перегонов и станций участков железной дороги при повреждениях перегонных или станционных рельсовых цепей.

Перед посылкой ответственной команды поездной диспетчер или другой агент, в обязанности которого входит осуществление таких действий, должен всеми имеющимися в распоряжении средствами (путем переговоров по радиосвязи с машинистами поездов, по сообщению дежурных по переездам, чистильщиков стрелок, дежурных по станциям на автономном или резервном управлении и других должностных лиц) выяснить фактическую ситуацию на участке и совместно с дежурным по отделению принять решение о необходимости посылки ответственной команды, оформив это действие соответствующей записью в журнале ДП-46.

Устройства ДЦ должны обеспечить возможность посылки ответственных команд. В период передачи ответственной команды эти устройства должны исключать возможность посылки всех сигналов ТУ, не связанных с «ответственной» командой по данному тракту и вести регистрацию ответственных команд по их назначению.

Каждая ответственная команда состоит из двух серий сигналов ТУ (начальной-предварительной и рабочей), посылаемых отдельными действиями агентов. В интервале между этими сериями осуществляется контроль восприятия линейными устройствами начальной серии сигналов ТУ, без которого осуществление ответственной команды становится невозможным.

Начальная серия предусматривает посылку по одному сигналу ТУ на каждый объект, подвергающийся воздействию ответственной команды с целью подготовки его к восприятию рабочей серии сигналов ТУ. Рабочая серия может состоять из одного или нескольких сигналов ТУ на каждый

объект в зависимости от назначения команды. Рабочая серия сигналов ТУ осуществляет исполнение ответственной команды. Между последним начальным и первым рабочим сигналами устанавливается контрольное время, в течение которого устройства «ожидают» рабочий сигнал. Если время истечет, а сигнал не поступит, то это воспринимается как нарушение нормальной работы устройств и налагает запрет на исполнение команды.

Устройства приема ответственных команд на линейных пунктах должны иметь надежность, равную надежности аппаратуры электрической централизации, смонтированной на реле 1-го класса надежности с проверкой исполнительных цепей на возможность обрыва, а цепей увязки с кодовой аппаратурой на обрыв и замыкание контактов. При нарушении нормальной работы устройств их воздействие на аппаратуру ЭЦ должно быть запрещено.

9.5.1 Вспомогательный перевод стрелки без контроля свободности стрелочно-путевого участка

Порядок действия должностных лиц при работе с устройствами для вспомогательного перевода стрелки без контроля свободности стрелочно-путевого участка от диспетчера должен быть следующим:

1) дежурный поездной диспетчер всеми имеющимися средствами устанавливает фактическую свободность секции при показании приборами его занятости и принимает решение о необходимости использования устройств вспомогательного перевода стрелки. Он ставит в известность об этом старшего по смене (ДНЦО, ДГП) и, получив его согласие, приступает к выполнению «ответственной команды», оформив свои действия соответствующей записью в журнале;

2) дежурный поездной диспетчер выбирает с помощью функциональных клавиш клавиатуры и мыши нужную стрелку. Щелчком левой клавиши мыши выводит на экран всплывающее окно, в котором выбирает пункт «вспомогательный перевод стрелки №1 (рисунок 9.7).

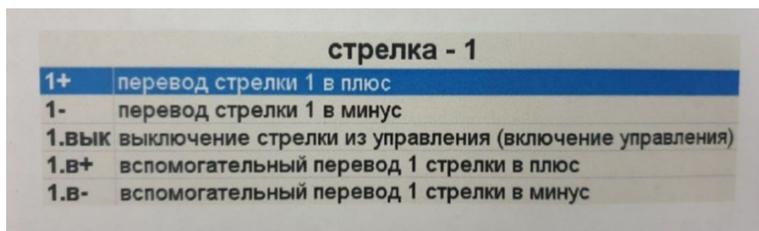


Рисунок 9.7 – Команды управлением стрелкой от поездного диспетчера

После чего на экране АРМ ДНЦ появляется «Окно подтверждения» ответственных команд с таймером 15 с для восприятия команды, в котором предложено приступить к выполнению команды «ДА» либо отменить вы-

полнение (рисунок 9.8). По восприятию предварительной команды на АРМ ДНЦ номер стрелки будет иметь вид: 



Рисунок 9.8 – Пример выполнения ответственной команды от ДНЦ

Ответственная команда СА состоит из двух сигналов ТУ и одного сигнала ТС и непосредственно перевода стрелки:

ПСА – предварительная команда на вспомогательный перевод стрелки;

СА – основная команда на вспомогательный перевод стрелки.

КОК – контроль ответственной команды – сигнал ТС, общий на всю станцию.

Для вспомогательного перевода стрелки 9/17 из плюсового положения в минусовое, ДНЦ должен отправить ответственные команды ПСА и СА, и также команду перевода стрелки в минусовое положение 9/17МУ. Первой диспетчер отправляет предварительную команду ПСА. От предварительной команды на посту ЭЦ линейного пункта в блоке 26ТУМ происходит замыкание управляющего ключа и срабатывает медленнодействующее реле – реле предварительной команды АСА. Данное реле с одной стороны обмотки подключено к электронному ключу блока ТУ16М, с другой стороны подается питание «минус» через тыловой контакт реле фиксации получения на линейном пункте предварительной команды соответствующего ответственного приказа ПСА (рисунок 9.9).

Через фронтный контакт реле АСА или других реле предварительной команды срабатывает медленнодействующий повторитель АСА1 соответствующей команды. После закрытия электронного ключа, выдержки времени на отпускание реле предварительной команды АСА через тыловой контакт АСА и фронтный контакт повторителя АСА1, под ток становится реле фиксации соответствующей предварительной команды ПАСА, которое становится после этого на блокировку. Тем самым завершается предварительная команда вспомогательного перевода стрелки. Запускается реле выдержки

Контакт реле ПАСА через блок ТС32М отправляет на центральный пост импульс ТС, сообщающий о готовности схемы увязки приема второй команды ответственного приказа. Стрелка на АРМ ДНЦ окрасится в «желтый

цвет» . В цепи реле фиксации первой команды имеется контакт ВВО. В случае не прихода второй команды через 15 с реле фиксации предварительной команды обесточивается, и схема приходит в исходное состояние.

После предварительной команды диспетчер отправляет основную команду вспомогательного перевода стрелки СА.

Фронтным контактом реле фиксации предварительной команды ПАСА создается цепь для срабатывания исполнительной второй команды ответственного приказа – реле САДП. Затем через фронтные контакты реле ПАСА и САДП срабатывает реле САД. Далее от полюса П через тыловой контакт реле САД становится под ток реле СА. Своим фронтным контактом реле СА создает цепь обхода секций 5–9СП и 17СП и появляется возможность перевести стрелку 9/17, если ложно заняты хотя бы одна из секций 5–9СП или 17СП. Завершается основная команда вспомогательного перевода стрелки.

Далее, диспетчер отправляет команду 9/17МУ на перевод стрелки 9/17 из плюсового положения в минусовое. От полюса питания П через фронтной контакт НРз проверяется условие, что стрелки в нечетной горловине не замкнуты, через тыловой контакт переключающего реле ЗРУ приходит команда в бок 11ТУМ, замыкается ключ 15-16, что приводит к имитации нажатия дежурным кнопки перевода стрелки 9/17 в минусовое положение. Затем через тыловой контакт ЗРУ, через контакт реле 121-122 9/17ППС и контакт СА под ток встает реле 9/17НПС. Через фронтной контакт 9/17НПС под ток встает реле 9/17ППС. Фронтной контакт реле 9/17НПС отключает контрольную цепь и подключает 3 фазы через переброшенный контакт реле 9/17ППС к электродвигателю 17-й стрелки. После перевода 17-й стрелки создается цепь перевода 9-й стрелки. Время замкнутого состояния ключей перевода стрелок определяется программой. Ключ размыкается при пропадании контроля положения стрелки, что свидетельствует о возбуждении пускового реле стрелки НПС и обесточивании контрольного реле ОК, то есть о начавшемся переводе. В случае обрыва или неисправности канала телесигнализации ключи в любом случае размыкаются через 1,6 с.

В случае обрыва одной из фаз блок контроля фаз БКФ зафиксирует неисправность, реле ВПС обесточится. Схема вспомогательного перевода стрелки сбросится и придет в начальное положение.

9.5.2 Управление станционным переездом

Железнодорожный переезд – пересечение в одном уровне автомобильной дороги с железнодорожными путями, оборудованное устройствами, обеспечивающими безопасные условия пропуска подвижного состава железнодорожного транспорта и транспортных средств.

Железнодорожные переезды являются местами повышенной опасности;

ДТП, происходящие на переездах, как правило, отличаются чрезвычайной тяжестью последствий.

Поэтому крайне важно для переездных систем в условиях увеличения транспортного потока обеспечивать своевременную передачу дежурному по станции и поезвному диспетчеру (на участках с диспетчерской централизацией) всей диагностической информации, позволяющей в реальном времени оценить работу и состояние переезда.

Переездные системы должны выполнять следующие функции:

- оптическую сигнализацию, ограждение со стороны автомобильной дороги и акустическое извещение;
- формирование извещения на переезд;
- контроль отсутствия препятствий для движения поезда через переезд;
- ограждение переезда со стороны движения железнодорожного транспорта;
- диагностику и передачу информации о техническом состоянии переездных систем железнодорожной автоматики и телемеханики.

Рассмотрим управление станционного переезда с ординатами 41 км+500 м по станции от поездного диспетчера, схема управления станционным переездом приведена на рисунке 9.10.

ДНЦ посылает предварительную команду на закрытие переезда 41ПЗП, на посту ЭЦ линейного пункта срабатывает медленнодействующее реле – реле предварительной команды А41ЗП. Данное реле с одной стороны обмотки подключено к электронному ключу блока 42ТУ16М, с другой стороны подается питание «минус» через тыловой контакт П41ЗП реле фиксации получения на линейном пункте предварительной команды соответствующего ответственного приказа 41ЗПД.

Контактом реле фиксации предварительной команды создается цепь для срабатывания исполнительной второй команды приказа с проверкой условий закрытия переезда КПИ, НВПИ. При это проходит цепь питания реле ПИ (извещение), затем цепь питания реле ПВ и управляющего реле У на закрытие переезда. Управляющее реле через схему контроля мигания обеспечивает работу светофорам переезда АО1 и АО2.

Посылка команд на открытие переезда 41ПОЗП и 41ОЗП происходит аналогично. Реле ПИ обесточивается, соответственно реле ПВ и управляющее реле У без тока. Переезд открывается.

Проверка условий опасного отказа станционного переезда представлена на рисунке 9.11.

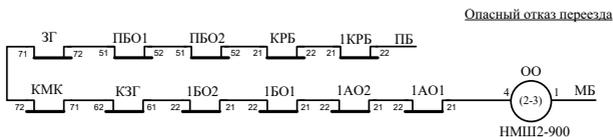


Рисунок 9.11 – Опасный отказ станционного переезда

В схему опасного отказа переезда входит:

КЗГ – контроль перегорания основных и резервных нитей ламп заградительных светофоров;

КМК – контроль мигания;

КРБ, 1КРБ – контроль исправности аккумуляторных батарей головок светофора Б;

1БО1, 1БО2 – контроль исправности светодиодных головок светофора Б;

1АО1, 1АО2 – контроль исправности светодиодных головок светофора А;

ЗГ – контроль заграждения переезда;

На АРМ ДНЦ визуализация ПО ДЦ «Неман» опасный отказ переезда – иконка «Авария переезда» в мигающем режиме.

Проверка условий предварительного отказа станционного переезда представлена на рисунке 9.12

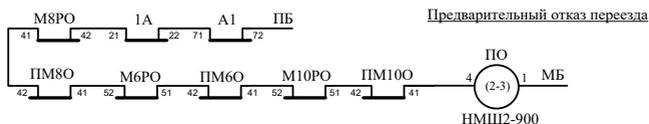


Рисунок 9.12 – Предварительный отказ станционного переезда

В схему предварительного отказа переезда входит:

ПМ10О – контроль перегорания основной нити лампы красного огня;

М10РО – контроль перегорания резервной нити лампы красного огня;

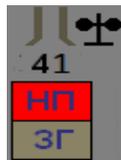
ПМ8О, М8РО – соответственно контроль перегорания основной и резервной нитей ламп красного огня светофора М8;

ПМ6О, М6РО – соответственно контроль перегорания основной и резервной нитей ламп красного огня светофора М6;

1А – контроль питания 220 В заградительных светофоров;

А1 – контроль питания 220 В переезда;

На АРМ ДНЦ визуализация ПО ДЦ «Неман» предварительный отказ переезда – иконка «Неисправность переезда» горит в постоянном режиме.



Проверка условий заграждения станционного переезда представлена на рисунке 9.13.

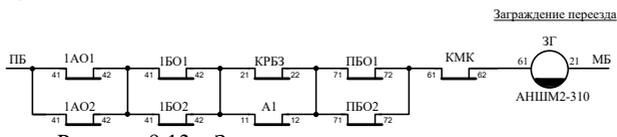


Рисунок 9.13 – Заграждение станционного переезда

В схему заграждения переезда входит:

1АО1, 1АО2 – контроль исправности светодиодных головок светофора А;

1БО1, 1БО2 – контроль исправности светодиодных головок светофора Б;

КМК – контроль мигания;

КРБЗ – контроль заряда аккумуляторной батареи;

А1 – контроль питания 220 В переезда;

На АРМ ДНЦ в визуализации ПО ДЦ «Неман»

заграждение переезда – иконка «Заграждение переезда включено» горит в постоянном режиме.



9.5.3 Организация смены направления движения на перегоне

Рассмотрим режим аварийной смены направления движения на двухпутном перегоне Т-Ж с двухсторонней автоматической блокировкой (рисунок 9.14).

При нахождении станции Т в положении на отправление, а станции Ж на прием соответственно, тогда для смены направления ДНЦ должен отправить ответственные команды 1АСНН и 1СННП. Первой ДНЦ отправляет предварительную команду 1АСНН. Этой командой в блоке 3ЗТУ16М происходит замыкание управляющего ключа и реле 1АСНН становится под ток. В свою очередь через фронтной контакт реле 1АСНН становится под ток реле 1АСН. А через фронтной контакт реле 1АСН подготавливается цепь включения реле 1ПАСН. Затем происходит размыкание управляющих ключей, реле 1АСНН, выдержав замедление на отпускание, обесточивается и ставит под ток реле 1ПАСН. Тем самым завершается предварительная команда аварийной смены направления.

После предварительной команды диспетчер отправляет основную команду аварийной смены направления 1СННП. Через фронтной контакт реле 1ПАСН под ток становится реле 1СННП. Затем фронтные контакты реле 1ПАСН и 1СННП становятся под ток реле 1ДНП. В свою очередь фронтной контакт реле 1ДНП подготавливает цепь разряда конденсатора на реле НПВ, которая полностью замыкается только после обесточивания реле НСН. Реле НСН обесточится после того, как на станции приема Ж ДСП нажмет кнопку НОВ и будет возбуждено реле НОВ, которое своими контактами отключит в цепи изменения направления источник питания и подключит в нее вспомогательное реле НСНВ.

После обесточивания реле НСН от разряда конденсатора встает под ток реле НПВ. Фронтные контакты реле НПВ подключают источник питания ЛП4, ЛМ4 к цепи изменения направления.

На станции Т после разряда конденсатора обесточивается реле НПВ и отключает от цепи изменения направления источник питания и включает реле НСН. Дальнейший процесс аварийной смены направления протекает аналогично нормальному режиму.

10 УВЯЗКА ДЦ «НЕМАН» С СИСТЕМАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ (МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ) ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

10.1 Увязка ДЦ «Неман» с МПЦ ESA 11BC

Для приема информации со станций с МПЦ ESA 11BC в зданиях постов ЭЦ этих станций устанавливается оборудование, которое обеспечивает обмен данными между системами МПЦ ESA и ДЦ «Неман» и трансляцию информации на ЦП ДЦ «Неман».

Аппаратура увязки состоит из двух комплектов оборудования KZPC (МПЦ ESA) и двух шлюзовых компьютеров (ДЦ «Неман») (рисунок 10.1). Обмен данными телесигнализации и телеуправления между компьютерами шлюзового комплекта ДЦ «Неман» и МПЦ ESA осуществляется по последовательному асинхронному стыку RS-232. Компьютер одного комплекта соединяется двумя интерфейсными кабелями DB9F-DB9F для организации отдельных каналов передачи импульсов ТС и команд ТУ.

Программное обеспечение шлюзового комплекта ДЦ «Неман», предназначенное для обмена данными с МПЦ ESA, выполняет:

- прием данных по последовательному асинхронному стыку RS-232 и преобразование их в формат таблицы ТС ДЦ «Неман»;
- прием команд ТУ от ДЦ «Неман», преобразование их в формат обмена с МПЦ ESA и их передачу по последовательному асинхронному стыку RS-232.

Параметры последовательного соединения:

- стык – RS-232;
- скорость – 115200 бод (импульсы телесигнализации);
- 9600 бод (команды телеуправления);
- количество бит данных – восемь;
- бит четности – не используется;
- количество стоповых бит – два;
- тип протокола – асинхронный;
- обмен информацией производится не реже чем с периодом T1;
- временной параметр T1 равен 200 мс.

Символы одного сообщения передаются без интервалов. Непрерывность потока символов при приеме контролируется по интервалу между последовательно передаваемыми символами одного сообщения.

При нахождении заголовка пакета принимается весь пакет по заданной в заголовке длине и проверяется достоверность данных по циклической контрольной сумме (CRC).

Передача данных происходит непрерывным потоком байт. Данные следуют по группам: одна группа – один байт, первому импульсу в группе соответствует старший бит, одному биту в группе соответствует один объект (0 – контакт разомкнут, 1 – контакт замкнут).

Пост МПЦ ст. Мир-2

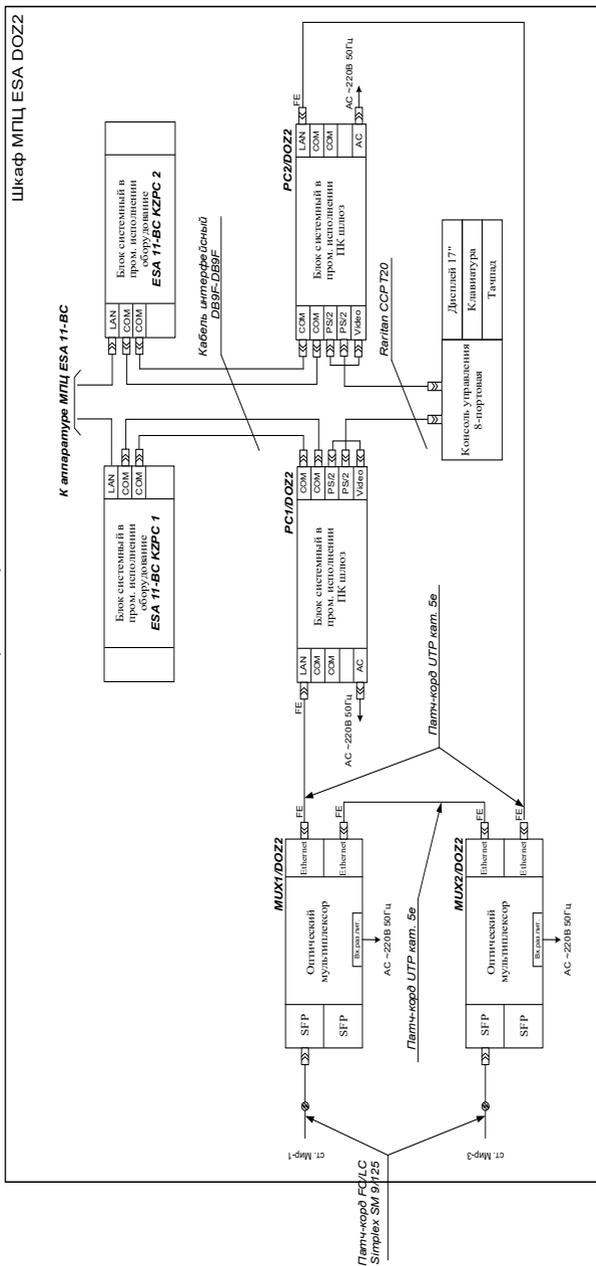


Рисунок 10.1 – Аппаратура увязки МПЦ ESA и ДЦ «Неман»

Аппаратура ЛП ДЦ «Неман» осуществляет:

- контроль станции через шлюзовой комплект увязки;
- передачу информации со станций участка на ЦП ДЦ «Неман» по каналам связи.

Оборудование линейного пункта устанавливается в существующем шкафу МПЦ ESA DOZ2 в здании поста ЭЦ станции. Гарантированное электроснабжение и заземление устанавливаемого оборудования обеспечивается через шкаф МПЦ ESA DOZ2.

Для организации канала связи с ЛП станции по выделенному оптическому волокну устанавливается мультиплексор с SFP-модулем с поддержкой передачи данных на требуемое расстояние. Оптическая линия передачи данных выполняется посредством оптического патч-корда, подключаемого к оптическому кроссу. Кабель прокладывается в гофрированной трубе по существующим кабельным конструкциям, спуск кабеля в настенный оптический кросс организуется посредством устанавливаемого кабельного короба.

Прямую связь с ЦП по потокам E1 обеспечивает инверсный мультиплексор.

10.2 Увязка ДЦ «Неман» с МПЦ-2

Для приема информации со станций с МПЦ-2 в зданиях постов ЭЦ этих станций устанавливается оборудование, которое обеспечивает обмен данными между системами МПЦ-2 и ДЦ «Неман» и трансляцию информации на ЦП ДЦ «Неман».

Аппаратура увязки состоит из двух комплектов оборудования – КСУ (МПЦ-2) компьютер, шлюз (ДЦ «Неман»). Обмен данными телесигнализации и телеуправления между компьютерами шлюзового комплекта ДЦ «Неман» и МПЦ-2 осуществляется по стыку RS-422. 5 Монтаж соединения ведется кабелем UTP 5 кат. 4-парным экранированным с разъёмными соединителями DB9F. Экран заземляется с одной стороны – возле разъёмного соединителя КСУ.

Передача информации между КСУ и контролируемым пунктом (КП) ДЦ осуществляется по последовательному каналу связи с интерфейсом RS-422 в асинхронном режиме со следующими согласованными с обеих сторон параметрами:

- скорость передачи данных (1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 или 115200 бит/с);
- количество бит данных;
- признак контроля четности;
- количество стоповых бит.

Параметры передачи устанавливаются аппаратно и/или в файлах конфигурации на этапе адаптации ПО, например:

- скорость передачи 57600 бод;
- 8 бит данных;

- контроль четности – НЕТ;
- 1 стоп-бит.

Передача данных между КСУ и КП ДЦ ведется сообщениями различной длины. Назначение и длина сообщения определяются его типом.

Сообщения могут быть составными – собираться в блоки. Блок сообщений размещается в поле данных составного сообщения.

Допускается передача простых и составных сообщений в одном потоке. Допускается также передача «пустых» сообщений (с нулевой длиной поля данных).

Сообщения передаются циклически, в двоичном формате младшими байтами вперед (в формате little-endian, принятом в Intelx86). Периодичность передачи сообщений различна для разных типов данных.

Поток сообщений с ТС и другими данными считается корректным, если в потоке есть хотя бы одно сообщение за контрольный интервал времени. Значение контрольного интервала времени задается для каждого типа сообщений в файлах конфигурации.

Координационно-согласующее устройство (КСУ) строится на базе персональных компьютеров типа IBM PC промышленного исполнения. Для связи с абонентами (РМ ДСП, КП ДЦ, ДК) в КСУ используются гальванически развязанные (напряжение изоляции не менее 500 В) платы последовательных портов в стандарте RS-422/485. Количество портов зависит от числа подключений и определяется на стадии проектирования. Для связи комплектов КСУ друг с другом используются последовательные порты в стандарте RS-422 для резервирования.

Структурная схема сопряжения аппаратных средств МПЦ с ДЦ представлена на рисунке 10.2.

Информация о текущем состоянии контролируемых объектов на станции и прилегающих перегонах формируется в управляющем вычислительном комплексе (УВК) и циклически передается по тракту УВК – АРМ ДСП.

Все находящиеся в рабочем режиме АРМ ДСП транслируют информацию о дискретном состоянии контролируемых объектов в КСУ.

В случае если связь между АРМ ДСП и КСУ осуществляется только по одному каналу, поступившая в один из комплектов КСУ информация транслируется во второй комплект.

Принятая от АРМ ДСП в КСУ информация о дискретном состоянии контролируемых объектов перекодируется в сигналы ТС.

КСУ1 и КСУ2 путем обмена и сравнения сообщений, определения наличия связи с основным или резервным комплектом КП ДЦ определяют – какие из них являются «основными». «Основной» КСУ передает в основной комплект контролируемого пункта ДЦ «Неман» (КП ДЦ) сигналы ТС, а также обобщенную диагностическую информацию о состоянии МПЦ.

Сигналы ТС с КП ДЦ передаются по каналам ДЦ на центральный пост, где на АРМ ДНЦ отображается поездное положение на станции.

При отсутствии команд ТУ КП не реже одного раза в минуту передает пакет с нулевым кодом ТУ для выполнения синхронизации счетчиков времени КП и МПЦ.

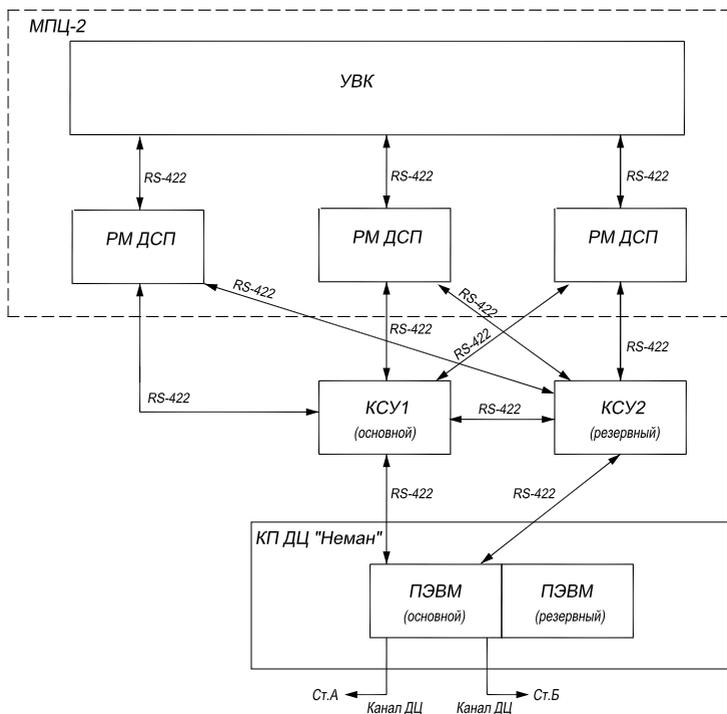


Рисунок 10.2 – Структурная схема подключения ДЦ «Неман» к МПЦ-2

В режиме ДУ команды ТУ, сформированные в АРМ ДНЦ, по каналам ДЦ передаются в КП ДЦ и далее в КСУ. Все работающие КСУ транслируют команды ТУ в АРМ ДСП без квитирования.

Все работающие АРМ ДСП, получив команду ТУ, посылают ее в УВК, где происходит обработка этой команды и определяется возможность ее выполнения. УВК в формате сигналов ТС формирует квитанцию о приеме и принятии/непринятии УВК команды ТУ к исполнению и выполняет или не выполняет ее.

При вводе диспетчером запроса на выполнение предварительной и исполнительной посылок ответственных команд телеуправления (ОТУ) соответствующая информация передается по тракту АРМ ДНЦ – КП ДЦ – КСУ.

Оба комплекта КСУ при передаче команд ОТУ должны находиться в работе. Оба КСУ задействованы в формировании пакетов для передачи предварительной и исполнительной посылок команд ОТУ в АРМ ДСП в соответствии с протоколами транспортного и прикладного уровней.

Каждое из находящихся в работе АРМ ДСП получает пакеты, содержащие коды предварительной посылки команды ОТУ. Обработка полученных данных в каждом АРМ ДСП производится независимо.

При успешной проверке корректности пакета АРМ ДСП передаёт в УВК пакет, содержащий предварительную посылку команды ОТУ.

УВК передает во все АРМ ДСП квитанцию о приеме предварительной команды ОТУ. АРМ ДСП формирует пакет для передачи в КСУ.

Каждое активное АРМ ДСП пересылает по тракту в КСУ – КП ДЦ – АРМ ДНЦ пакет с квитанцией о приеме предварительной посылки команды ОТУ.

Формирование и передача исполнительной посылке команды ОТУ производится аналогично формированию и передаче предварительной посылке команды ОТУ.

10.3 Увязка ДЦ «Неман» с МПЦ EbiLock-950

Для увязки с устройствами МПЦ EbiLock-950 на станции, в здании поста ЭЦ устанавливается оборудование, которое обеспечивает обмен данными между системами МПЦ EbiLock-950 и ДЦ «Неман» и транслирует информацию на ЦП ДЦ «Неман».

Аппаратура увязки состоит из двух комплектов оборудования – компьютер шлюз (МПЦ EbiLock) и компьютер шлюз (ДЦ «Неман») – по два промышленных компьютера, работающих в режиме «горячего» резервирования (рисунок 10.3). Каждый из компьютеров имеет по два статических IP-адреса.

Обмен данными телесигнализации и телеуправления между компьютерами шлюзового комплекта ДЦ «Неман» и МПЦ EbiLock осуществляется по стыку Ethernet на скорости 100 Мбит/с по протоколу UDP. Компьютер каждого комплекта ДЦ соединяется двумя перекрестными кабелями UTP с каждым компьютером комплекта МПЦ для организации отдельных каналов передачи данных ТС/ТУ.

Программное обеспечение шлюзового комплекта ДЦ «Неман», предназначенное для обмена данными с МПЦ EbiLock, выполняет:

- прием данных по стыку Ethernet и преобразование их в формат таблицы ТС ДЦ «Неман»;
- прием команд ТУ от ДЦ «Неман», преобразование их в формат обмена с МПЦ EbiLock и их передачу по стыку Ethernet.

Обмен информацией между ДЦ «Неман» и МПЦ EbiLock осуществляется в синхронном дуплексном режиме. ДЦ «Неман» передает команды ТУ по

мере необходимости. МПЦ Ebilock передает независимо по каждой станции все сигналы ТС с интервалом, не более 5 с.

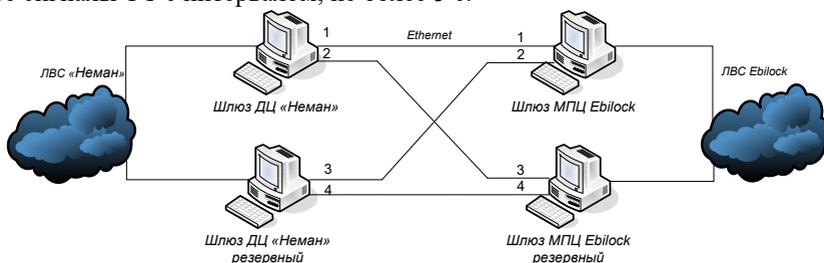


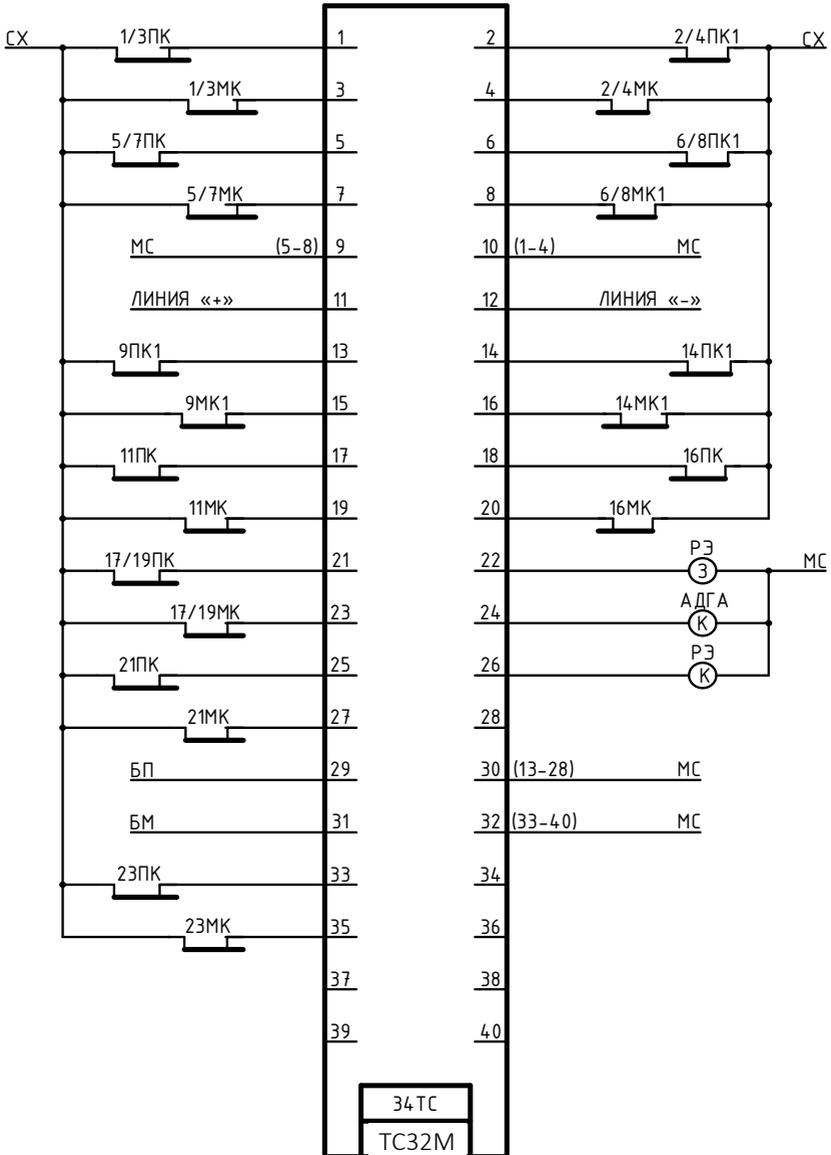
Рисунок 10.3 – Структурная схема подключения ДЦ «Неман» к МПЦ Ebilock

ДЦ «Неман» передает в канал связи пакет типа «Подтверждение работы» не реже, чем каждые 5 с, а в случае посылки команды диспетчером участка, формирует и передает в канал связи пакет типа «Неман ТУ». Следующая команда ТУ на станцию не должна уходить в линию до получения ответа на предыдущую команду для этой станции.

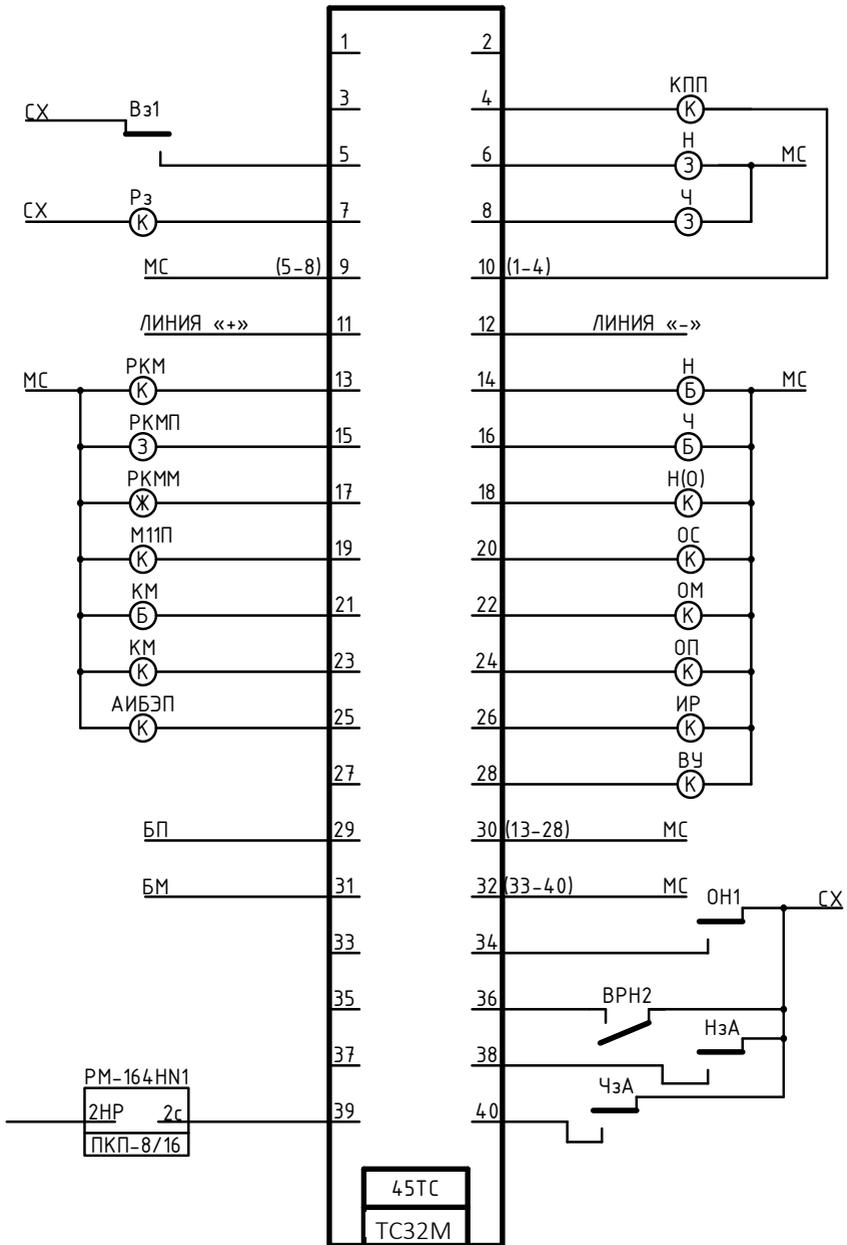
ДЦ «Неман» и МПЦ Ebilock ведут независимые протоколы принимаемых и передаваемых данных, в достаточном объеме для восстановления происходящего обмена между системами в течение последних 10 суток.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

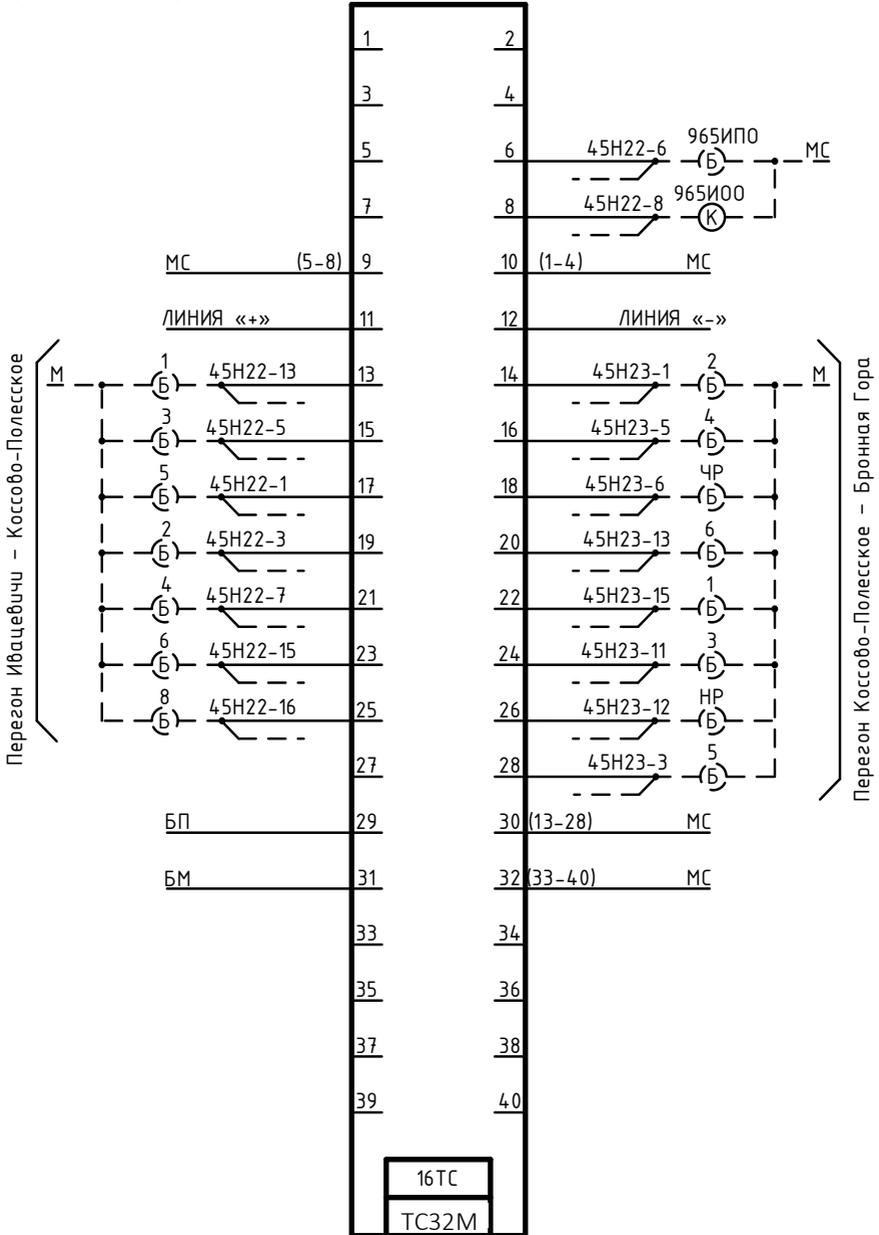
Увязка аппаратуры линейного комплекта с табло станции



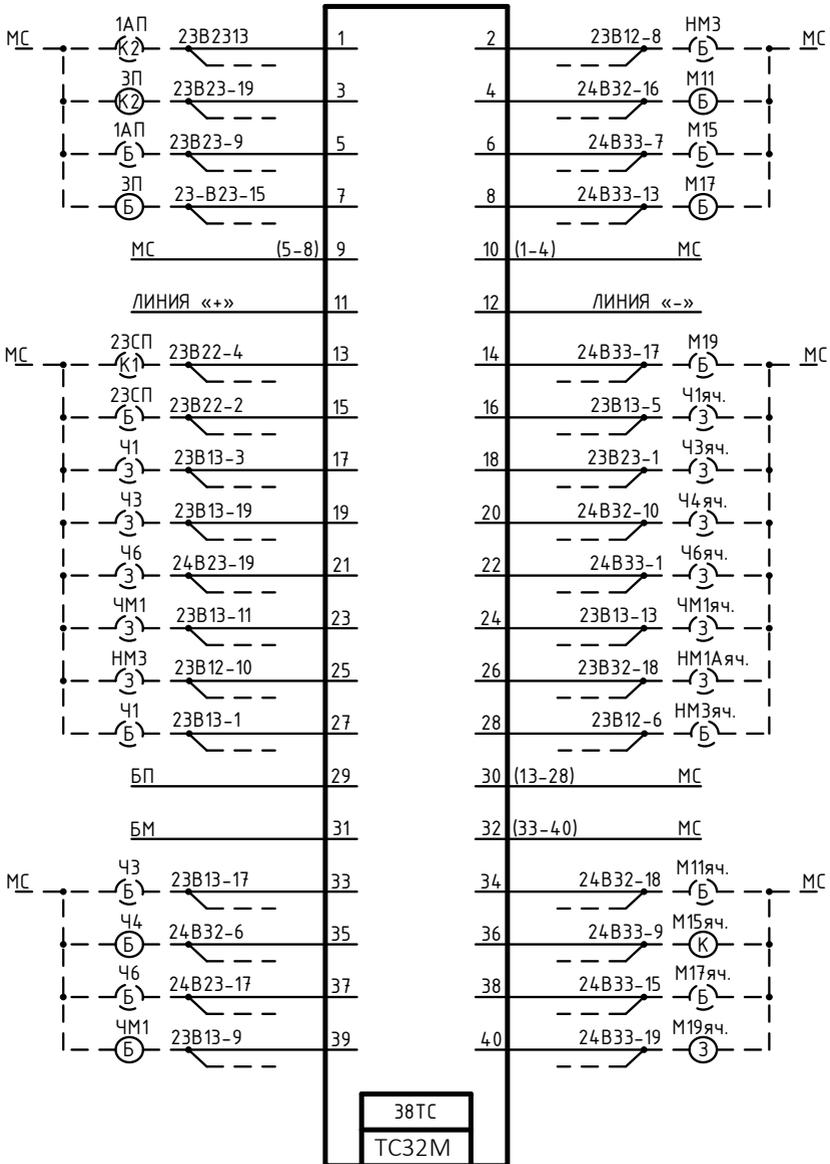
Продолжение приложения А



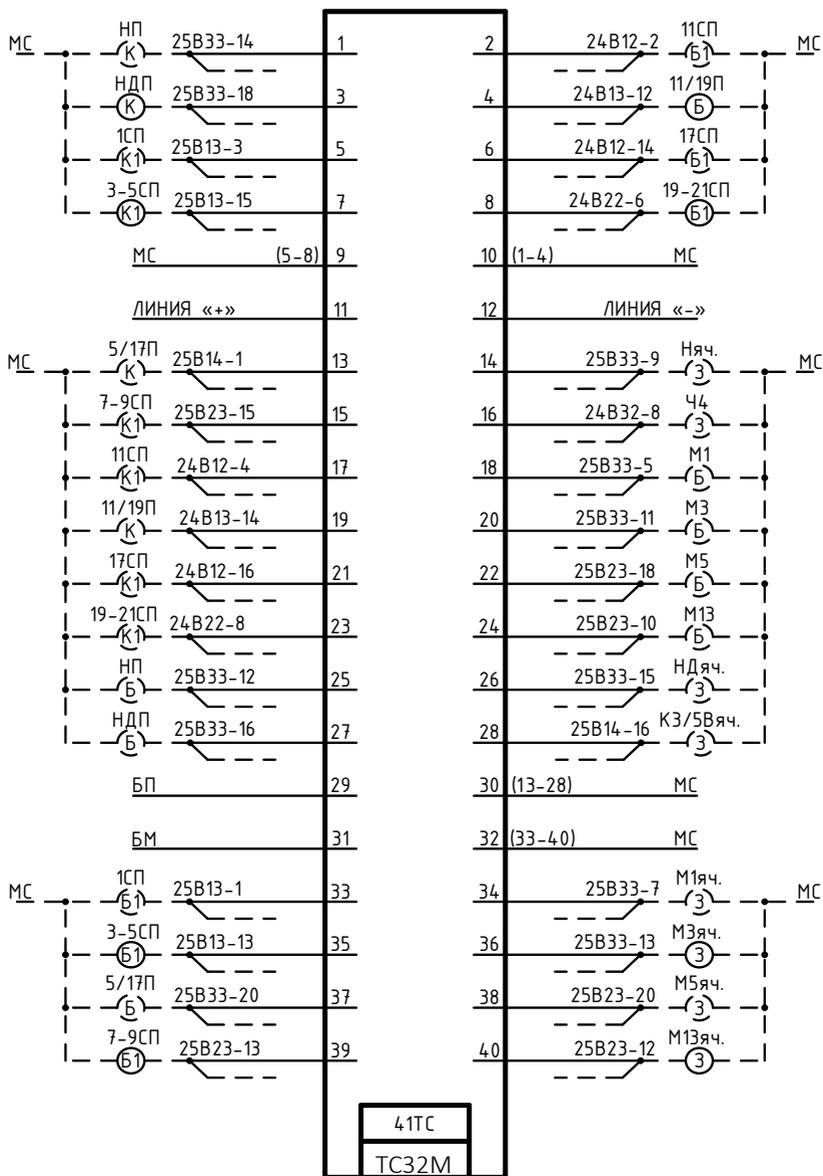
Продолжение приложения А



Продолжение приложения А



Окончание приложения А



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Обозначение команд телеуправления и телесигнализации

Управляющие коды

Аббревиатура команды ТУ	Назначение команды
Стрелки	
1.пу	Перевод стрелки в плюс
1.му	Перевод стрелки в минус
Бесстрелочный путевой участок	
6/12.БПир	Искусственная разделка
Стрелочная секция	
1-3.СПир	Искусственная разделка
Выходные сигналы	
Н2.С	Открытие сигнала светофора
Н2.См	Открытие маневрового сигнала светофора
Входные светофоры	
Н.ВС	Открытие сигнала светофора (входного)
Маневровые светофоры	
М1.МС	Открытие сигнала светофора (маневрового)
Кодовая линия	
ОКЛ	Включение основной кодовой линии
РКЛ	Включение резервной кодовой линии
Контроль перегона	
Н.КПро	Разрешение отправления на перегон
Н.КПоро	Отмена разрешения на отправления
Н.КПсн	Смена направления
Н.КПасо	Аварийная смена направления на отправление
Н.КПасп	Аварийная смена направления на прием
Н.КПпас	Предварительная для аварийной смены направления
Аварийный перевод стрелок	
Н.СА	Аварийный перевод стрелок
Н.САп	Предварительная для аварийного перевода стрелок
Групповая искусственная разделка	
ГРИ	Групповая искусственная разделка секций
ГРИп	Предварительная для групповой искусственной разделки секций
ОТг	Отмена групповая
Переезд	
3.ПЕпз	Предварительная для закрытия переезда
3.ПЕз	Закрытие переезда
3.ПЕпо	Предварительная для открытия переезда
3.ПЕо	Открытие переезда

Продолжение приложения Б

Аббревиатура команд ТС	Назначение команды
Автоматический речевой информатор	
АРИ	Включение АРИ
АРИо	Отключение АРИ
Режим станционного управления	
СУ	Передача на станционное управление
СУо	Отмена передачи на станционное управление
Дизель-генераторный аппарат	
ДГАп	Пуск ДГА
ДГАо	Остановка ДГА
ДГАоа	Аварийная остановка ДГА
ДГАоао	Отмена аварийной остановки ДГА
Устройство УКСПС	
Н.УСпо	Предварительная команда для отключения аппаратуры УКСПС
Н.УСо	Основная команда для отключения аппаратуры УКСПС
КСз.Оо	Отключение звонка УКСПС
Режим День/Ночь	
ДНд	Переход на дневной режим
ДНн	Переход на ночной режим
ДНр	Переход на ручной режим
ДНа	Переход на автоматический режим
Очистка стрелок	
ОСв	Включение отчистки стрелок
ОСо	Отключение отчистки стрелок
1.ОСр	Включение режима отчистки стрелок
1.ОСор	Отключение режима отчистки стрелок
Связь	
СВвт	Вызов к телефону
СВва	Вызов акустический
СВгс	Включение громкоговорящей связи
СВогс	Отключение громкоговорящей связи
Замыкание стрелок	
Н.ЗСПз	Предварительная для замыкания стрелок
Н.Зсз	Замыкание стрелок
Н.ЗСПр	Предварительная для размыкания стрелок
Н.ЗСр	Размыкание стрелок
Станционный пешеходный переход	
133ППз	Предварительная команда закрытия пешеходного перехода
133ППз	Основная команда закрытия пешеходного перехода
133ППо	Предварительная команда отмены закрытия пешеходного перехода
133ППо	Основная команда отмены закрытия пешеходного перехода
133ППи	Извещение на пешеходный переход
133ППои	Отмена извещения на пешеходный переход

Известительные коды

Аббревиатура команд ТС	Назначение команды
Охранное положение стрелок	
1.авб	Стрелка находится в охранном положении
1.авк	Стрелка находится не в охранном положении, требуется перевод-стрелки в охранное положение
1.авкм	Выдержка времени на автовозврат
Стрелки	
1.пк	Плюсовое положение стрелки
1.мк	Минусовое положение стрелки
Путь	
3.П	Занятие участка 3П
3.Пз	Замыкание участка 3П
Бесстрелочный путевой участок	
ЧП.БП	Занятие бесстрелочного путевого участка
ЧП.БПз	Замыкание бесстрелочного путевого участка
ЧП.БПир	Размыкание бесстрелочного путевого участка
Стрелочная секция	
1.СП	Занятие стрелочной секции
1.СПз	Замыкание стрелочной секции
1.СПир	Разделка стрелочной секции
Выходные светофоры	
Н2.С	Поездной сигнал выходного светофора
Н2.См	Маневровый сигнал выходного светофора
Н2.Со	Перегорание нити огня выходного светофора
Н2.Сям	Выдержка времени на открытие светофора
НМ2.С	Поездной сигнал маршрутного светофора
НМ2.Сп	Пригласительный сигнал маршрутного светофора
НМ2.См	Маневровый сигнал маршрутного светофора
НМ2.Со	Перегорание нити огня маршрутного светофора
НМ2.Сям	Выдержка времени на открытие светофора
Входные светофоры	
Н.ВС	Поездной сигнал входного светофора
Н.ВСко	Горение лампы красного огня входного светофора
Н.ВСн	Несоответствие показаний
Ч.ВСком	Перегорание нити красного огня входного светофора
Н.ВСп	Пригласительный сигнал входного светофора
Н.ВСям	Выдержка времени на открытие светофора
Н.ВСА	Неисправность входного светофора
Ч.ВАм	Несоответствие показаний входного светофора
Маневровые светофоры	
М1.МС	Поездной сигнал маневрового светофора
М1.МСо	Перегорание нити огня маневрового светофора

Продолжение приложения Б

Аббревиатура команд ТС	Назначение команды
М1.МСям	Выдержка времени на открытие светофора
Станционный пешеходный переход	
133.ППз	Закрытие пешеходного перехода
133.ППа(Оз)	Авария (опасный отказ)
133.ППи	Исправность переезда
133.ППн	Неисправность пешеходного перехода (предварительный отказ)
133.ППпо	Выполнена предварительная команда на открытие
133.ППпз	Выполнена предварительная команда на закрытие
Замыкание стрелок	
Н.ЗСр	Разомкнутое состояние стрелок
Н.ЗСз	Замкнутое состояние стрелок
Н.ЗСПз	Контроль выполнения предварительной команды для замыкания стрелки
Н.ЗСПр	Контроль выполнения предварительной команды для размыкания стрелки
Автоматический речевой информатор	
АРИ	Включенное состояние
Макет стрелок	
РКМ	Включение макета стрелок
РКМП	Рукоятка макета в «плюс»
РКМм	Рукоятка макета в «минус»
Аварийный перевод стрелок	
НСАп	Контроль выполнения предварительной команды для аварийного перевода стрелок
Н.СА	Готовность схемы для аварийного перевода стрелки
Контроль перегона	
Н.КПс	Свободность перегона
Н.КПсм	Свободность мигания
Н.КПз	Занятие перегона
Н.КПзм	Неисправность цепи смены направления
Н.КПп	Прием с перегона
Н.КПп	Прием мигающий
Н.КПо	Отправление на перегон
Н.КПом	Отправление мигающий
Н.КПро	Получено разрешение на отправление от ДНЦ на перегон
Н.КПкж	Наличие ключа-железа перегона
Н.КПкжм	Изъятие ключа-железа перегона
Н.КПпас	Контроль предварительной для аварийной смены направления перегона
Участок приближения-удаления	
1Ч1.ПУс	Свободность первого участка приближения-удаления
1Ч1.ПУз	Занятие первого участка приближения-удаления
1Ч2.ПУс	Свободность второго участка приближения-удаления

Продолжение приложения Б

Аббревиатура команды ТУ	Назначение команды
1Ч2.ПУз	Занятие второго участка приближения-удаления
Групповая искусственная разделка	
ГРИ	Искусственная разделка секций
ГРИм	Выбраны секции для разделки (требуется запуск групповой искусственной разделки)
ГРИп	Контроль выполнения предварительной команды для групповой искусственной разделки
Фидер	
1.Ф	Рабочий фидер (под нагрузкой)
1.Фнал (Оз)	Наличие фидера
Фч	Нарушение чередования фаз
Фо	Отключение фидера
КЩа	Исправность щита
Дизель-генераторный аппарат	
ДГАр	Работа (запуск) ДГА
ДГАнагр	Нагрузка ДГА
ДГАа	Авария ДГА
ДГАН	Неисправность (предварительный отказ) ДГА
Батарея	
Бт	Исправное состояние батареи
БТз	Заряд батареи
БТр	Разряд батареи
БТо	Отключение батареи
Режим станционного управления	
ВСУ	Контроль включения станционного управления
РУз	Контроль поворота ключа резервного управления
КРУ	Контроль включения резервного управления
ВСУИ	Контроль команды перехода на станционное управления
Сигнализатор заземления	
Сз	Срабатывание сигнализатора заземления
Отмена маршрута	
ОТг	Включение отмены групповой
ОТгм	Восприятие отмены групповой
ОТп	Отмена поездная
ОТпм	Работа блока выдержки времени отмены поездной
ОТс	Отмена свободности пути
ОТсм	Работа блока выдержки времени отмены свободного пути
ОТм	Отмена маневровая
ОТмм	Работа блока выдержки времени отмены маневрового
Связь	
СВгс	Контроль громкоговорящей связи
СВрп	Контроль радио-поездной связи

Окончание приложения Б

Аббревиатура команды ТУ	Назначение команды
СВкс	Контроль коммутатора связи
Режим день/ночь	
ДНд	Режим горения сигналов день
ДНн	Режим горения сигналов ночь
ДНр	Режим горения сигналов ручной
ДНа	Режим горения сигналов автоматический
Маршрут	
Мчп	Контроль установки четного поездного маршрута
Мчм	Контроль установки четного маневрового маршрута
Мнп	Контроль установки нечетного поездного маршрута
Мнм	Контроль установки нечетного маршрутного маршрута
Контроль питания в лучах рельсовых цепей	
КРЦнп	Наличие питания РЦ
КРЦоп	Отсутствие питания РЦ
Взрез	
ВЗ	Общий взрез
ВЗ (Оз)	Включение звонка взреза
Предохранители	
КПП	Контроль перегорания предохранителя
КППа	Контроль неисправности схемы предохранителя
Устройство УКСПС	
УСи	Исправное состояние УКСПС
УСн	Неисправное состояние УКСПС
Н.УСд1	Срабатывание 1 датчика устройства (обнаружение схода)
Н.Усд2	Срабатывание 2 датчика устройства (обнаружение схода)
Перегонный переезд	
ЗПЕзг	Заградительная сигнализация включена
З.Пеа(Оз)	Авария (опасный отказ)
З.ПЕи	Исправность переезда
З.ПЕн	Неисправность переезда (предварительный отказ)
З.ПЕиз	Извещение
З.ПЕос	Отсутствие вскрытия дверей
ЗПЕпз	Выполнена предварительная команда закрытия
З.ПЕпо	Выполнена предварительная команда открытия
З.ПЕз1	Контроль включения соответствующего заградительного светофора неустановленного направления
Прочие объекты	
Ои	Исправное состояние объекта
Он	Неисправное состояние объекта
КзКн	Контроль замыкания кабеля

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Таблицы ТУ и ТС

Таблица В.1 – Таблица распределения импульсов ТУ

№ ТУ № ключа	15ТУ	17ТУ	26ТУ	11ТУ	22ТУ	28ТУ
1	1/3.пу	2/4.пу	32.пу	10.СПир	16-20.СПир	5-9.СПир
	1	1	1	1	1	1
2	1/3.му	2/4.му	32.му	12.СПир	18.СПир	13-15.СПир
	3	3	3	3	3	3
3	5/7.пу	6/8.пу	34.пу	14.СПир	22-26.СПир	Ч2.С
	5	5	5	5	5	5
4	5/7.му	6/8.му	34.му	ЧМ1А.С	24-32.СПир	Ч4.С
	7	7	7	7	7	7
5	9.пу	10/12.пу		ЧМ2А.С	28-34.СПир	Ч6.С
	13	13	13	13	13	13
6	9.му	10/12.му		ЧМ4А.С	НМ1.С	Ч8.С
	15	15	15	15	15	15
7	11.пу	14/16.пу		ЧМ1А.См	НМ2.С	Ч2.См
	17	17	17	17	17	17
8	11.му	14/16.му		ЧМ2А.См	НМ3.С	Ч4.См
	19	19	19	19	19	19
9	13.пу	18/20.пу		ЧМ4А.См	НМ4.С	Ч6.См
	21	21	21	21	21	21
10	13.му	18/20.му		М10.МС	НМ6.С	Ч8.См
	23	23	23	23	23	23
11	15.пу	22/24.пу		М4.МС	НМ8.С	
	25	25	25	25	25	25
12	15.му	22/24.му		М8.МС	НМ1.См	
	27	27	27	27	27	27
13		26/28.пу		НМ4.См	НМ2.См	
	33	33	33	33	33	33
14		26/28.му		НМ6.См	НМ3.См	
	35	35	35	35	35	35
15		30.пу		НМ8.См	М2.МС	
	37	37	37	37	37	37
16		30.му		Ч4А.С	М6.МС	
	39	39	39	39	39	39

33ТУ	44ТУ	31ТУ	37ТУ	42ТУ	43ТУ	38ТУ
2.СПир	НП.БПир	НБ.КПро		Ч.КПро	СУ	Н.ЗСпз
1	1	1	1	1	1	1
4-6.СПир	1-7.СПир	НБ.КПро	Н.КПсн	Ч.КПоро	СУо	Н.ЗСз
3	3	3	3	3	3	3
8.СПир	3.СПир	НБ.КПсн	Н.КПдсс	Ч.КПсн	Н.УСо	Ч.ЗСпз
5	5	5	5	5	5	5
Н.ВС	11.СПир	НБ.КПасо	Н.КПасо	Ч.КПасо	Н.УСпо	Ч.ЗСз
7	7	7	7	7	7	7
НД.ВС	14/28БПир	НБ.КПасп	Н.КПасп	Ч.КПасп	КСз.Оо	Н.ЗСпр
13	13	13	13	13	13	13
НБ.ВС	18/24БПир	НБ.КПпас	Н.КПпас	Ч.КПпас	СВвт	Н.ЗСр
15	15	15	15	15	15	15
Ч.ВС	Ч1.С			ЧД.КПро	СВва	Ч.ЗСпр
17	17	17	17	17	17	17
ЧД.ВС	Ч3.С		НД.КПсн	ЧД.КПоро		Ч.ЗСр
19	19	19	19	19	19	19
Н1А.С	Ч1.См	ГРС	НДКПдсс	ЧД.КПсн		ОТг
21	21	21	21	21	21	21
Н2А.С	Ч3.См	ГРСп	НДКПасо	ЧД.КПасо		
23	23	23	23	23	23	23
Н10.С	М1.МС	СВгс	НДКПасп	ЧД.КПасп	ДГАп	
25	25	25	25	25	25	25
Ч10.С	М3.МС	СВоге	НДКПпас	ЧД.КПпас	ДГАо	
27	27	27	27	27	27	27
Н.КПраз	М5.МС	АРИ			ДГАоо	Н.САп
33	33	33	33	33	33	33
Н.ПУраз	М7.МС	АРИо		ОКЛ	ДГАооо	Н.СА
35	35	35	35	35	35	35
НД.КПраз		ГРИД		РКЛ		Ч.САп
37	37	37	37	37	37	37
НД.ПУраз		ГРИДп				Ч.СА
39	39	39	39	39	39	39

Таблица В.2 – Таблица распределения импульсов ТС

№ ТУ № гр.	13ТС		14ТС		16ТС	
1 Обр. 10	1/3.пк	11.пк	5/7.пк	13.пк	Н.ВС	Н.ВСп
	1	2	1	2	1	2
	1/3.мк	11.мк	5/7.мк	13.мк	НД.ВС	НД.ВСп
	3	4	3	4	3	4
2 Обр. 9			9.пк	15.пк	Ч.КзКН	НБ.КзКН
	5	6	5	6	5	6
			9.мк	15.мк	ЧД.КзКН	
	7	8	7	8	7	8
3 Обр. 30	Ч1.См	НП.БП	Ч2.См	2.П	2/4.пк	2.СП
	Ч1.Со		Ч2.Со			
	13	14	13	14	13	14
	Ч3.См	НП.БПз	Ч4.См	2.Пз	2/4.мк	2.СПз
	Ч3.Со	НП.БПир	Ч4.Со			2.СПир
	15	16	15	16	15	16
	М1.МС	1-7.СП	Ч6.См	4.П	6/8.пк	4-6.СП
	М1.МСо		Ч6.Со			
	17	18	17	18	17	18
	М3.МС	1-7.СПз	Ч8.См	4.Пз	6/8.мк	4-6.СПз
	М3.МСо	1-7.СПир	Ч8.Со			4-6.СПир
	19	20	19	20	19	20
	М5.МС	3.СП	М7.МС	6.П		8.СП
	М5.МСо		М7.МСо		Н1А.Со	
	21	22	21	22	21	22
		3.СПз		6.Пз		8.СПз
		3.СПир			Н2А.Со	8.СПир
	23	24	23	24	23	24
		11.СП		8.П	Ч10.С	10.П
	25	26	25	26	25	26
	11.СПз	5-9.СП	8.Пз		10.Пз	
	11.СПир			Ч10.Со		
27	28	27	28	27	28	
4 Обр. 32	1.П		5-9.СПз	К2ГКТ.Он		НД.ВСко
			5-9.СПир		Ч10.Сям	НД.ВСком
	33	34	33	34	33	34
	1.Пз		13-15.СП	К3ГКТ.Он		
					Н10.Со	НД.ВСям
	35	36	35	36	35	36
	3.П		13-15.СПз	К4ГКТ.Он		Н.ВСко
			13-15.СПир		Н10.Сям	Н.ВСком
	37	38	37	38	37	38
	3.Пз		К1ГКТ.Он	К5ГКТ.Он		Н.ВСям
39	40	39	40	39	40	

18ТС		23ТС		24ТС	
10/12.пк	14/16.пк	18/20.пк	32.пк	22/24.пк	34.пк
1	2	1	2	1	2
10/12.мк	14/16.мк	18/20.мк	32.мк	22/24.мк	34.мк
3	4	3	4	3	4
		30.пк		26/28.пк	
5	6	5	6	5	6
		30.мк		26/28.мк	
7	8	7	8	7	8
ЧМ1А.См	1А.П	НМ4.См	18.СП	НМ1.С	НМ6.С
ЧМ1А.Со		НМ4.Со		НМ1.СП	НМ6.СП
13	14	13	14	13	14
ЧМ2А.См	1А.Пз	НМ6.См	18.СПз	НМ1.См	
ЧМ2А.Со		НМ6.Со	18.СПир	НМ1.Со	
15	16	15	16	15	16
ЧМ4А.См	2А.П	НМ8.См	18/24П.БП	НМ2.С	НМ8.С
ЧМ4А.Со		НМ8.Со		НМ2.СП	НМ8.СП
17	18	17	18	17	18
Ч4А.С	2А.Пз	М4.МС	18/24П.БПз	НМ2.См	
		М4.МСо	18/24П.БПир	НМ2.Со	
19	20	19	20	19	20
Ч4А.Со	4А.П	М8.МС	24-32.СП	НМ3.С	Н10.С
		М8.МСо		НМ3.СП	Н10.СП
21	22	21	22	21	22
	4А.Пз		24-32.СПз	НМ3.См	М2.МС
		Ч4А.Сям	24-32.СПир	НМ3.Со	М2.МСо
23	24	23	24	23	24
		Ч1.С	Ч2.С	НМ4.С	М6.МС
		Ч1.СП	Ч2.СП	НМ4.СП	М6.МСо
25	26	25	26	25	26
					М10.МС
		Ч1.Сям	Ч2.Сям		М10.МСо
27	28	27	28	27	28
10.СП	14.СП	Ч3.С	Ч6.С	14/28П.БП	22-26.СП
		Ч3.СП	Ч6.СП		
33	34	33	34	33	34
10.СПз	14.СПз			14/28П.БПз	22-26.СПз
10.СПир	14.СПир	Ч3.Сям	Ч6.Сям	14/28П.БПир	22-26.СПир
35	36	35	36	35	36
12.СП		Ч4.С	Ч8.С	16-20.СП	28-34.СП
		Ч4.СП	Ч8.СП		
37	38	37	38	37	38
12.СПз				16-20.СПз	28-34.СПз
12.СПир		Ч4.Сям	Ч8.Сям	16-20.СПир	28-34.СПир
39	40	39	40	39	40

Продолжение таблицы В.2

№ ТУ № гр.	25ТС		27ТС		32ТС	
			Ч.ВС	Ч.ВСп	1Н1.ПУс	2Н1.ПУс
1 Обр. 10	НМ1.Сям	НМ6.Сям				
	1	2	1	2	1	2
			ЧД.ВС	ЧД.ВСп	1Н1.ПУз	2Н1.ПУз
	НМ2.Сям	НМ8.Сям				
	3	4				
2 Обр. 9			НБ.ВС	НБ.ВСп	1Н2.ПУс	2Н2.ПУс
	НМ3.Сям	Н1А.Сям				
	5	6	5	6	5	6
					1Н2.ПУз	2Н2.ПУз
	НМ4.Сям	Н2А.Сям				
	7	8	7	8	7	8
3 Обр. 30	ЧМ1А.С	Н1А.С	ЧД.ВСко	Мчп	Н.КПo	НД.КПo
	ЧМ1А.Сп	Н1А.Сп	ЧД.ВСком		Н.КПoм	НД.КПoм
	13	14	13	14	13	14
		Н2А.С		Мчм	Н.КПп	НД.КПп
	ЧМ1А.Сям	Н2А.Сп	ЧД.ВСям		Н.КПпм	НД.КПпм
	15	16	15	16	15	16
	ЧМ2А.С	ПН10.ПС	Вз(Оз)	Мнп	Н.КПс	НД.КПс
	ЧМ2А.Сп	ПН10.ПСo			Н.КПсм	НД.КПсм
	17	18	17	18	17	18
			Вз	Мнм	Н.КПз	НД.КПз
	ЧМ2А.Сям				Н.КПзм	НД.КПзм
	19	20	19	20	19	20
	ЧМ4А.С		РКМп		Ч.КПкжн	2Н3зН.Сз
	ЧМ4А.Сп				Ч.КПкж	
	21	22	21	22	21	22
			РКМм	Ч.ЗСр	1Н3зН.Сз	2Н3зК.Сз
	ЧМ4А.Сям			Ч.ЗСз		
	23	24	23	24	23	24
	ПЧ10.ПС	МГ	РКМ	Н.ЗСр	1Н3зК.Сз	
ПЧ10.ПСo			Н.ЗСз		НД.ВСн	
25	26	25	26	25	26	
	МГн	ГРИ	НМ.Сн			
		ГРИм		НБ.ВСн	Н.ВСн	
27	28	27	28	27	28	
4 Обр. 32			ОТс	Ч.ВСко	НБ.КПo	НБ3зК.Сз
			ОТсм	Ч.ВСком	НБ.КПoм	
	33	34	33	34	33	34
			ОТП		НБ.КПп	НБ3зН.Сз
			ОТПм	Ч.ВСям	НБ.КПпм	
	35	36	35	36	35	36
			ОТм	НБ.ВСко	НБ.КПс	ЧБ.КПкжн
			ОТмм	НБ.ВСком	НБ.КПсм	ЧБ.КПкж
	37	38	37	38	37	38
			ОТг		НБ.КПз	РКВ
			ОТгм	НБ.ВСям	НБ.КПзм	
39	40	39	40	39	40	

34ТС		35ТС		36ТС	
3.ПЕз2	3.ПЕзг	НБ1.ПП			
1	2	1	2	1	2
3.ПЕз1	3.ПЕи	НБ3.ПП			
	3.ПЕн				
3	4	3	4	3	4
3.ПЕос	3.ПЕиз	НБ5.ПП			
5	6	5	6	5	6
	3.ПЕа(оз)				КПП
					КПА
7	8	7	8	7	8
1НБ.ПУС	2НБ.ПУС	4НПГА.Ои	1ЧД.ПУс	2НКЛ.Ои	Н.УС
					Н.УСм
13	14	13	14	13	14
1НБ.ПУз(Кз)	2НБ.ПУз(кз)	4НППА.Ои	1ЧД.ПУз(Кз)	2НПКЛ.Ои	Н.УСи
					Н.УСн
15	16	15	16	15	16
Ч.ВСсс	КНБКПТ.Ои	НБДКН.Ои	2ЧД.ПУс	2НРКЛ.Ои	Н.УСд1
17	18	17	18	17	18
1НПБ.Ои	К1НБКПТ.и	НБКЛ.Ои	2ЧД.ПУз(Кз)	2НГА.Ои	Н.УСд2
19	20	19	20	19	20
1Н.КТо	НБ.КПро	НБКЛ.и	ЧД.КПо	2НПА.Ои	НБ.УС
					НБ.УСм
21	22	21	22	21	22
1Н.ПУс	133.ППи	НБРКЛ.Ои	ЧД.КПп	2НДКН.Ои	НБ.УСи
	133.ППн				НБ.УСн
23	24	23	24	23	24
1НАК.Ои	133.ППз	НБАК.Ои	Ч.КПс		НБ.УСд
	133.ППа				
25	26	25	26	25	26
2НАК.Ои	АРИ		Ч.КПз		ПОВс
					ПОно
27	28	27	28	27	28
2Н.ПУс	4Н.КТо	КРЦ.ип		1НКЛ.Ои	1НПА.Ои
			ЧД.ВСн		
33	34	33	34	33	34
2НПБ.Ои	6Н.КТо	КРЦ.оп	Н.КПкжн	1НПКЛ.Ои	1НДКН.Ои
			Н.КПкж		
35	36	35	36	35	36
К2НБКПТ.Ои				1НРКЛ.Ои	
37	38	37	38	37	38
				1НГА.Ои	
39	40	39	40	39	40

Окончание таблицы В.2

№ ТУ № гр.	41ТС		45ТС		46ТС	
	ИВГ.Ои	1ЧКТ.Ои	СВгс	РУз	ДГАН	ДГАр
1 Обр. 10	1	2	1	2	1	2
	Ч.ВСн	2ЧКТ.Ои		ВСУИ	ДГАнаг	ДГАа
	3	4	3	4	3	4
		1Ч.ПУс	Н.КПнас	ВСУ		
2 Обр. 9	5	6	5	6	5	6
		1Ч.ПУз(Кз)	НД.КПнас	КРУ		
	7	8	7	8	7	8
3 Обр. 30	2Ч.КПе		Ч.КПнас		1.Ф	2.Ф
	13	14	13	14	13	14
	2Ч.КПз		ЧД.КПнас		1.Фнал	2.Фнал
	15	16	15	16	15	16
	Ч.КПро	2Ч.ПУс	НБ.КПнас	Н.ЗСпр	1.Фч	2.Фч
	17	18	17	18	17	18
	ЧД.КПро	2Ч.ПУз(Кз)		Ч.ЗСпр	1.Фо	2.Фо
	19	20	19	20	19	20
		Ч.КПо		Н.САп	БТ	1-2.Фо
	21	22	21	22	21	22
		Ч.КПи	Н.УСпо	Ч.САп	БТр	СВкс
	23	24	23	24	23	24
		1ЧСзК.Сз	Н.ЗСПз	3.ПЕпо	БТз	СВрп
	25	26	25	26	25	26
		2ЧСзК.Сз	Ч.ЗСПз	3.ПЕпз	БТо	
27	28	27	28	27	28	
4 Обр. 32			133.ППпз			
	33	34	33	34	33	34
			133.ППпо	ГРИп		
	35	36	35	36	35	36
			ПГРС			
	37	38	37	38	37	38
			ГРС			
39	40	39	40	39	40	

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Сапожников, В. В. Концентрация и централизация оперативного управления движением поездов / В. В. Сапожников, Д. В. Гавзов, А. Б. Никитин. – М. : Транспорт, 2002. – 101 с.

2 Сатырев, Ф. Е. Диспетчерская централизация «Неман» : учеб. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Ф. Е. Сатырев, В. К. Голик, А. В. Авдонин. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 98 с.

3 Сатырев, Ф. Е. Исследование работы микроэлектронных схем устройств ДЦ «Неман» : лаб. практикум по дисциплине «Диспетчерская централизация» / Ф. Е. Сатырев, С. С. Манжак, Д. Н. Белашов. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 71 с.

4 ОСТ 32.112-98. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики. Эксплуатационно-технические требования к системам ДЦ. – СПб., 1998. – 36 с.

5 Диспетчерская централизация на базе комплекса технических средств «Неман» : техническое описание. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1998. – 32 с.

6 Комплект линейный : техническое описание и инструкция по эксплуатации; ТО РБ БЧ 6102.808.01-98. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1998. – 27 с.

7 Устройство сопряжения Ц32 : руководство по эксплуатации; РЭ РБ БЧ 47.808.30-99. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1999. – 28 с.

8 Блок ТУ16-1 телеуправления : руководство по эксплуатации; РЭ РБ БЧ 47.808.60-99. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1999. – 27 с.

9 Блок ТС32-1 телесигнализации : руководство по эксплуатации; РЭ РБ БЧ 47.808.50-99. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1999. – 25 с.

10 ИШДЖ.420000-01. Технические решения по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. АРМ ДСП на базе типовых решений ДЦ «Неман». – Минск, 2018. – 35 с.

11 ИШДЖ.420000-01-ПЗ. Технические решения по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. АРМ ДСП на базе типовых решений ДЦ «Неман» : пояснительная записка. – Минск, 2018. – 28 с.

12 Технические решения системы телеизмерений СЦБ в составе ДЦ «Неман» ИШДЖ.562. – Минск : КТЦ Бел. ж.-д., 2009. – 27 с.

13 ИШЖД.426431.838-00.00.00.ПМ. Блок телеизмерения ТИ. Программа и методика испытаний. – Минск : КТЦ Бел. ж.-д., 2008. – 24 с.

14 ИШЖД.426479.817-00.00.00.ПМ. Блок релейной коммутации РК. Программа и методика испытаний. – Минск : КТЦ Бел. ж.-д., 2008. – 20 с.

15 Технические решения по увязке диспетчерской централизации «Неман» с устройствами ЭЦ 419997-00-ТР. – СПб. : Институт Гипротрансигнальсвязь (ГТСС), 1999. – 25 с.

16 Технические решения по увязке диспетчерской централизации «Неман» с устройствами ЭЦ. Увязка с типовыми решениями альбомов ЭЦ-9, ЭЦ-12, ЭЦ-К, МРЦ-13, ЭЦИ. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1999. – 29 с.

17 Архитектура программного обеспечения ДЦ «Неман» и описание компонентов систем. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 1998. – 32 с.

18 Кузнецов, К. Б. Электробезопасность в электроустановках железнодорожного транспорта : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / К. Б. Кузнецов, А. С. Мишарин. – М. : Маршрут, 2005. – 456 с.

19 ИШДЖ.420000-01-01 Технические решения по проектированию. Автоматизированное рабочее место дежурного по станции на базе типовых решений ДЦ «Неман» : Изменение 1. – Минск : КТБ Бел. ж.-д., 2023. – 35 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Диспетчерская централизация «Неман»	5
1.1 Назначение системы.....	5
1.2 Общие технические характеристики.....	8
1.3 Функции и режимы управления.....	12
1.4 Каналы передачи данных и топология сети ДЦ.....	16
1.5 Особенности применения протоколов передачи данных.....	18
1.6 Организация каналов связи на диспетчерском участке.....	19
2 Концепция обобщенной структуры центрального поста ДЦ «Неман»	23
2.1 Стыковка с системами ДЦ «Нева», «Минск», «Луч».....	28
2.2 Аппаратура центрального поста ДЦ "Неман".....	30
3 Концепция обобщенной структуры линейного комплекта ДЦ «Неман»	34
3.1 Резервирование оборудования линейного комплекта ДЦ «Неман».....	37
3.2 Проектные данные прикладного программного обеспечения.....	39
3.3 Проекты моделей линейного комплекта.....	39
3.4 Проекты моделей интерактивных пользовательских форм.....	40
3.5 Протоколирование данных ДЦ «Неман».....	41
3.6 Синхронизация времени.....	41
3.7 Информационная модель ДЦ.....	42
4 Аппаратура линейного комплекта ДЦ «Неман»	44
4.1 Структура аппаратуры линейного комплекта.....	44
4.2 Электропитание аппаратуры линейного комплекта.....	47
4.3 Разработка таблиц распределения импульсов в блоках ТУ и ТС.....	50
4.4 Подключения блоков ТУ и ТС к устройству сопряжения Ц32.....	53
4.5 Устройство сопряжения Ц32.....	53
4.5.1 Назначение, структура, принцип действия.....	53
4.5.2 Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32.....	58
4.5.3 Принцип действия функциональных узлов устройства сопряжения Ц32.....	59
4.5.4 Организация канала передачи данных.....	64
4.6 Устройство сопряжения Ц32М.....	68
4.7 Блок телеуправления ТУ16.....	71
4.7.1 Назначение, характеристика и порядок подключения блока ТУ16.....	71
4.7.2 Схема электрическая принципиальная блока ТУ16.....	72
4.8 Блок телеуправления ТУ16М.....	78
4.9 Блок телесигнализации ТС32.....	80
4.9.1 Назначение, характеристика и порядок подключения блока ТС32.....	80
4.9.2 Схема электрическая принципиальная блока ТС32.....	82
4.10 Блок телесигнализации ТС32М.....	87
5 Автоматическое резервирование оборудования линейного пункта	91
5.1 Структурная схема линейного комплекта и организация локальной сети передачи данных.....	91
5.2 Функциональная схема аппаратуры линейного пункта для АРМ ДСП и АРМ ШН.....	92
5.3 Система автоматического резервирования оборудования линейного комплекта.....	95

6 Система телеизмерений в ДЦ «Неман».....	105
6.1 Основные положения.....	105
6.2 Назначение и принцип действия блока телеизмерения.....	106
6.3 Назначение и принцип действия блока релейных коммутаторов.....	111
6.4 Расчет согласующих сопротивлений.....	113
6.5 Монтаж цепей телеизмерения.....	118
6.6 Программное обеспечение.....	119
7 Программное обеспечение системы ДЦ «Неман».....	120
7.1 Программное обеспечение рабочих мест оперативного персонала.....	121
7.2 Программное обеспечение АРМ ДНЦ.....	121
7.3 Программное обеспечение АРМ ШЧД.....	125
8 Аппаратура передачи данных.....	128
8.1 Форматы передачи данных.....	128
8.2 Параллельно-последовательное преобразование.....	129
8.3 Преобразование RS-232/RS-422.....	131
8.4 Модем.....	134
8.5 Организация передачи данных в ДЦ «Неман».....	137
9 Увязка ДЦ «Неман» с устройствами ЭЦ.....	139
9.1 Основные положения.....	139
9.2 Передача станции со станционного управления на диспетчерское и обратно.....	139
9.3 Схемы управления стрелками.....	141
9.4 Схемы управления сигналами.....	141
9.5 Схемы реализации ответственных приказов.....	146
9.5.1 Вспомогательный перевод стрелки без контроля свободности стрелочно-путевого участка.....	147
9.5.2 Управление станционным переездом.....	151
9.5.3 Организация смены направления движения на перегоне.....	154
10 Увязка ДЦ «Неман» с системами электрической (микропроцессорной) централизации.....	156
10.1 Увязка ДЦ «Неман» с МПЦ ESA 11BC.....	156
10.2 Увязка ДЦ «Неман» с МПЦ-2.....	158
10.3 Увязка МП ДЦ «Неман» с МПЦ EBILock-950.....	161
Приложение А Увязка аппаратуры ЛК с табло станции.....	163
Приложение Б Обозначение команд телеуправления и телесигнализации.....	168
Приложение В Таблицы ТУ и ТС.....	174
Приложение Г Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32. вкл	
Приложение Д Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32М. вкл	
Приложение Е Схема электрическая принципиальная блока ТУ16.....	вкл
Приложение Ж Схема электрическая принципиальная блока ТУ16М.....	вкл
Приложение И Схема электрическая принципиальная блока ТС32.....	вкл
Приложение К Схема электрическая принципиальная блока ТС32М.....	вкл
Список рекомендуемой литературы.....	181

Учебное издание

САТЫРЕВ Федор Ефимович
ШУМСКИЙ Владимир Иванович
ЩЕРБА Андрей Владимирович
САПОЖКОВ Виталий Васильевич

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ «НЕМАН»

Пособие

Редактор *Т. М. Маруняк*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 27.09.2024 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 10,70 + 3 вкл. Уч.-изд. л. 12.32. Тираж 120 экз.
Зак № 1892. Изд. № 38

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014
№ 2/104 от 01.04.2014
№ 3/1583 от 14.11.2017
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель