

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела разработки РЭА

 В. Е. Жуков

06 февраля 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель Генерального директора

 А. С. Павлов

06 февраля 2023 г.



ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ «ТРАКТ»

**Контролируемый пункт
(комплекс технических средств «Тракт-ЛП»),
увязываемый с электрической централизацией
стрелок и светофоров релейного типа**

Программное обеспечение

ПО КП, увязываемого с ЭЦ

Описание применения

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

52164900.50 5100 001-02 31 01-ЛУ

Листов 1

Подп. и дата	Подп. и дата	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подп. и дата	Име. № подл.

Исполнитель

 С. П. Шабуров

06 февраля 2023 г.

Нормоконтролёр

 Е. Я. Ковалева

06 февраля 2023 г.

Утвержден
52164900.50 5100 001-02 31 01-ЛУ

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ “ТРАКТ”

**Контролируемый пункт
(комплекс технических средств «Тракт-ЛП»),
увязываемый с электрической централизацией
стрелок и светофоров релейного типа**

Программное обеспечение

ПО КП, увязываемого с ЭЦ

Описание применения

52164900.50 5100 001-02 31 01

Листов 30

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Аннотация

Диспетчерская централизация (ДЦ) «Тракт» - микропроцессорная система для оперативного руководства процессом движения поездов, позволяющая поезвному диспетчеру из пункта управления удаленно управлять стрелками и сигналами на железнодорожных станциях диспетчерского участка.

ДЦ «Тракт» состоит из взаимосвязанных подсистем пункта управления (ПУ), контролируемых пунктов (КП) различных модификаций на станциях диспетчерского участка и коммуникационной подсистемы, имеющей распределенную структуру.

Примечание:

Модификации КП ДЦ «Тракт» -

- КП (комплекс технических средств «Тракт-ЛП»), увязываемый с станционной электрической централизацией (ЭЦ) стрелок и светофоров релейного типа.
- КП, сопрягаемый со станционной микропроцессорной централизацией стрелок и светофоров (МПЦ).
- КП, интегрированный в МПЦ.

Настоящее описание предназначено для технического персонала, осуществляющего эксплуатацию и сопровождение программного обеспечения (ПО) КП ДЦ «Тракт», увязываемого с ЭЦ стрелок и светофоров релейного типа (далее – КП, увязываемый с ЭЦ).

Настоящее описание содержит сведения об организации ПО КП ДЦ «Тракт», увязываемого с ЭЦ, условиях его применения, логической структуре ПО, входных и выходных данных.

Принятые обозначения и сокращения:

АБТЦ-МШ - система микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры в монтажных шкафах на прилегающих станциях.

АПК-ДК - аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля.

ДЦ – диспетчерская централизация.

КП – контролируемый пункт диспетчерской централизации.

МВВ – модуль ввода дискретной информации (разработка ООО «Техтранс»).

МВЫВ - модуль вывода дискретной информации (разработка ООО «Техтранс»).

МВОК - модуль вывода ответственных команд (разработка ООО «Техтранс»).

МЛС – модуль мастер локальной сети (разработка ООО «Техтранс»).

МЦОС – модуль цифровой обработки сигналов (разработка ООО «Техтранс»).

ОТУ – ответственное телеуправление.

ПО – программное обеспечение.

ПСГО - парковая система громкоговорящего оповещения.

ПУ - пункт управления диспетчерской централизации.

РО – речевое оповещение о приближении поезда.

РТ – квитанция прохождения.

ТС – телесигнализация.

ТУ – телеуправление.

ЭЦ – станционная электрическая централизация стрелок и светофоров релейного типа.

УСО Связи2 – устройство связи с объектом по стыку RS-422 (разработка ООО «Техтранс»).

УСО Связи3 – устройство связи с объектом по стыку G.703.1 (разработка ООО «Техтранс»).

ШМ – шлюзовая машина из состава ПУ ДЦ «Тракт».

Содержание

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	4
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ ПО	4
1.2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
1.3. ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ	5
2. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ.....	6
2.1. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКИМ СРЕДСТВАМ	6
2.2. ТРЕБОВАНИЯ К СТАНДАРТНОМУ ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ	7
2.3. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕМУ ПЕРСОНАЛУ	7
3. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ КП, УВЯЗЫВАЕМОГО С ЭЦ.....	7
3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	7
3.2. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КП.....	10
3.2.1. Алгоритм.....	10
3.2.2. Алгоритм взаимодействия основных задач ПО КП	11
3.2.3. Протоколы.....	11
3.2.4. Структура задач ПО КП	12
3.2.4.1. Задача управления работой MBV.....	12
3.2.4.1.1. Функции	12
3.2.4.1.2. Основные структурные блоки.....	12
3.2.4.2. Задача управления работой MBVIB	14
3.2.4.2.1. Функции	14
3.2.4.2.2. Основные структурные блоки.....	14
3.2.4.3. Задача управления работой MВOK.....	16
3.2.4.3.1. Функции	16
3.2.4.3.2. Основные структурные блоки.....	16
3.2.4.4. Задача управления работой модуля Мастер.....	18
3.2.4.4.1. Функции МЛС	18
3.2.4.4.2. Функции UMLS1	18
3.2.4.4.3. Функции UMLS2	18
3.2.4.4.4. Общий алгоритм работы МЛС.....	19
3.2.4.4.4. Общий алгоритм работы UMLS1.....	20
3.2.4.4.5. Общий алгоритм работы UMLS2.....	22
3.2.4.5. Задача управления работой канала передачи данных	24
3.2.4.6. Задача анализа, подготовки и реализации технологической информации и алгоритмов – ТУ, ТС и вспомогательной информации	24
3.2.4.7. Задача анализа целостности элементов и правильности функционирования ПО	24
4. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	25
4.1. ФОРМАТ СООБЩЕНИЙ СОСТОЯНИЯ КП	25
4.1.1. Общий формат сообщения	25
4.1.2. Сообщения для передачи диагностической информации КП	26
4.1.3. Сообщения для передачи информации о конфигурации и состоянии КП.....	26
4.1.4. Поле данных сообщения о конфигурации и состоянии КП	26
4.2. СТРУКТУРА ДАННЫХ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ КП.....	27
4.2.1. Кодирование.....	27
4.2.1.1. Конверт.....	27
4.2.1.2. Документы	28
4.2.2. Адресация.....	28

1. Назначение программного обеспечения

1.1. Назначение ПО

ПО КП, увязываемого с ЭЦ предназначено для реализации следующих функций:

- программная поддержка функционирования резервированного канала обмена данными между ПУ ДЦ «Тракт» и КП на станциях участка диспетчерского управления;
- управление исполнением команд телеуправления (ТУ), пришедших по каналу связи;
- управление считыванием информации телесигнализации (ТС);
- передача в территориальную сеть информации ТС от КП, отчета об исполнении команд ТУ и вспомогательной информации;
- диагностика, тестирование и автономное управление КП в рабочем и отладочном режимах.
- речевое оповещения (РО) пассажиров и ремонтных путевых бригад о приближении поезда.

ПО КП, увязываемого с ЭЦ, состоит из программных компонент, управляющих работой модулей Мастер локальной сети (МЛС), ввода (МВВ), модуля вывода (МВЫВ) и модуля вывода ответственных команд (МВОК). Кроме того, в состав ПО КП, увязываемого с ЭЦ включено ПО МЦОС, реализующего функцию РО о приближении поезда. Для ознакомления с составом, функциональным назначением, алгоритмах функционирования, входных и выходных данных ПО МЦОС следует руководствоваться документом «Комплекс технических средств «Тракт». Модуль цифровой обработки сигналов (МЦОС). Описание программного обеспечения 52164900.50 5000 006-02 94 01».

1.2. Основные характеристики

ПО КП, увязываемого с ЭЦ обеспечивает взаимодействие со следующими системами:

- АПК-ДК (аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля);
- ПСГО (парковая система громкоговорящего оповещения);
- АБТЦ-МШ (система микропроцессорной автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры в монтажных шкафах на прилегающих станциях);
- ДИСК (дистанционная система контроля буксовых узлов);
- ПОНАБ (прибор обнаружения нагретых букс);
- КТСМ (комплекс технических средств модернизации ДИСК, ПОНАБ);
- УКСПС (устройство контроля схода подвижного состава);
- САУТ (система автоматического управления тормозами);
- Счетный пункт осей ЭССО.

ПО КП, увязываемого с ЭЦ обеспечивает:

- возможное количество сигналов ТУ на одном КП – 176 (прямое подключение);
- возможное количество сигналов ОТУ на одном КП – 96 (прямое подключение);
- возможное количество контролируемых объектов (сигналов ТС) на одном КП – 1920 (прямое подключение);
- связь с пунктом управления ДЦ осуществляется по интерфейсу G.703.1 (сонаправленный стук 64 кбит/с).

1.3. Ограничения по применению

ПО КП, увязываемого с ЭЦ является объектно-ориентированным, то есть требуется его адаптация для конкретной железнодорожной станции.

Адаптируемая составляющая для КП (файлы конкретного проектного задания вида *.tsk, *.bff) записываются в папку cfg, (файлы прошивок функциональных модулей вида *.h86) записываются в папку H86 дистрибутивного носителя с ПО КП. Адаптируемая составляющая МЦОС для КП, увязываемого с ЭЦ находится в папке MCOS (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Имя папки (каталога)	Имя вложенных папок	Содержимое
5100_001		ПО контролируемого пункта типовое
	Mls	ПО МЛС типовое
	MODUL	ПО функциональных модулей типовое
	МЦОС	ПО МЦОС типовое
Adap_PO_nnn*		Адаптируемая часть ПО системы
	KP	Файлы адаптации для КП
	cfg	Файлы адаптации для МЛС
	H86	Файлы адаптации для MBV, MBYB, MBOK
	MCOS	Файлы адаптации для МЦОС (функция речевого оповещения)
DOC		Поставляемая документация

*Примечание 1: nnn – цифровой код из Реестра десятичных номеров ООО «Техтранс».

Обозначение спецификации адаптированного к конкретной станции ПО КП, увязываемого с ЭЦ будет иметь вид 52164900.50 5100 001.2nm.xu-02 . Здесь 2nm – номер диспетчерского участка согласно Классификатора ООО «Техтранс» (nm – цифры от 0 до 9), xu – порядковый номер железнодорожной станции (раздельного пункта) на этом диспетчерском участке (xu – цифры от 0 до 9).

2. Условия применения

2.1. Требования к техническим средствам

В состав резервируемого оборудования КП, увязываемого с ЭЦ включено оборудование, указанное в таблице 2:

Таблица 2.

Наименование	Количество	Примечание
Аппаратный шкаф защищенного исполнения	1	
Первичный преобразователь напряжения (ППН)	2	
Вторичный преобразователь напряжения (ВПН)	2	
Буферный модуль поддержки напряжения	1	
Узел грозозащиты	1	
Модуль Мастер локальной сети	2	
Модуль УСО связи3 вариант ТТРС.468351.209-02	2	Связь с ПУ ДЦ
Модуль ввода дискретной информации (МВВ)	2	
Модуль вывода дискретной информации (МВЫВ)	2	См. примечание 2
Модуль вывода ответственных команд (МВОК)	2	См. примечание 2
Модуль УСО ввода	*	См. примечание 3
Модуль УСО вывода	*	См. примечание 3
Модуль УСО вывода ответственных команд	*	См. примечание 3
Модуль цифровой обработки сигналов (МЦОС) вариант исполнения ТТРС.465323.201	1	Для организации РО

Примечание 2. МВОК и МВЫВ (с соответствующими УСО) могут не поставляться при отсутствии режима диспетчерского управления на объекте установки изделия. Изделие комплектуется модулями МВОК и МВЫВ в соответствии с конкретным проектом.

Примечание 3. Количество модулей УСО зависит от количества сигналов управления и контроля на объекте установки изделия. Изделие комплектуется модулями УСО в соответствии с конкретным проектом.

Для обеспечения связи с АБТЦ-МШ, АПК-ДК и другими системами по стыку RS-422 в соответствующий крейт аппаратного шкафа включаются модули УСО Связи2 (вариант исполнения ТТРС.468351.204-02).

МЛС построен на модулях UMLS1 и UMLS2, входящих в состав модуля МЛС. Данные устройства представляют собой мезонинные процессорные модули VDX3-6754-V2 в формате PC-104+ в следующей аппаратной конфигурации: процессор x86/Vortex86DX3, 1ГГц, 1(2) Гб DDR3, 10S, 4 x USB 2.0, 1 x VGA, 1 x LCD, 1 x LVDS, 1 x LAN, 4 x COM (RS232/485), 1 x CAN Bus, Audio, 1 x SATA 7P.

Обобщенная структурная схема КП, увязываемого с ЭЦ представлена на рисунке 1.

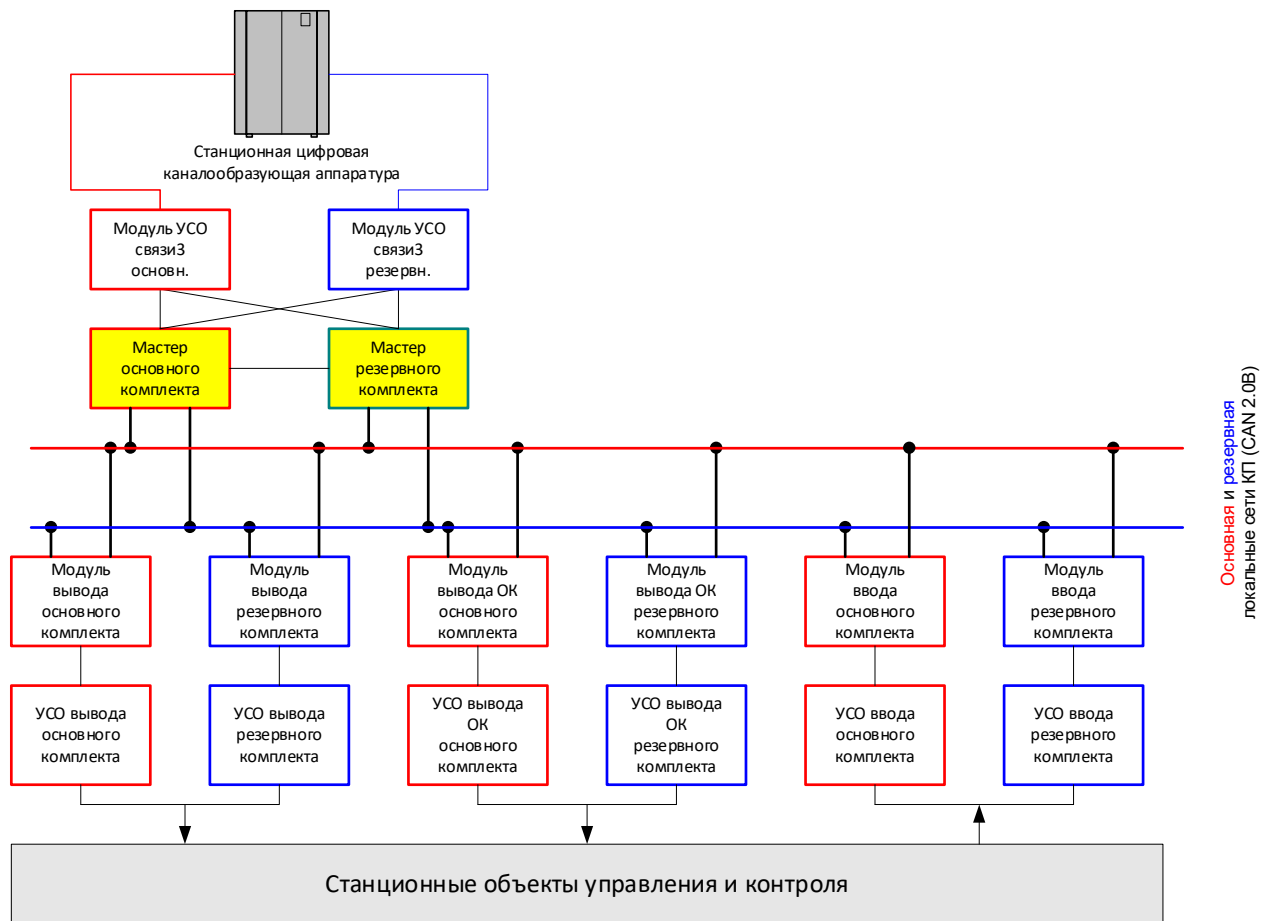


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема КП, увязываемого с ЭЦ

2.2. Требования к стандартному программному обеспечению

ПО МЛС работает под управлением операционной системы семейства Linux, собранной с использованием системы сборки дистрибутивов Buildroot версии 2022.08 на базе ядра Linux версии 5.10.109-cip5-rt4 для архитектуры i386..

2.3. Требования к эксплуатирующему персоналу

К эксплуатации ПО КП, увязываемого с ЭЦ допускается персонал, прошедший специальную подготовку у разработчика.

3. Описание задачи КП, увязываемого с ЭЦ

3.1. Общие сведения

Необходимая надежность функции управления КП достигается использованием двух модулей Мастер, включенных по схеме несимметричного резервирования.

Два модуля Мастер на КП работают в режимах: основной – активный и резервный – пассивный или активный. В режиме основной – активный, резервный – пассивный модули Мастера КП поддерживают информационный обмен по двоированному каналу передачи данных. Пассивный модуль Мастера КП становится активным при неисправности основного. Решение принимает только активный Мастер, пассивный предоставляет дополнительный доступ к каналу.

Контроллер связи Мастера принимает адресные и ширококешательные пакеты, если пакет предназначен для данного КП, то из пакета извлекается входная информация. Пакеты для других КП передаются транзитом. Копия ширококешательного пакета остается в КП, пакет передается транзитом. Активный Мастер забирает копию входных данных у пассивного и выдает ему копию выходных данных. Выходные данные упаковываются в пакеты и передаются в канал, уступая приоритет группе транзитных пакетов.

В режиме основной – активный, резервный – пассивный, информация распространяется независимо по двум каналам – основная и контрольная копии. При неисправности основного канала, управление и обмен осуществляются через резервный канал.

Режим функционирования двоированной территориальной сети выбирается независимо. Определение активности Мастера из пары в КП осуществляется на основе аппаратно реализованной системы оповещения.

Входные команды проверяются на соответствие для КП и исполняются модулем вывода или вывода ответственных команд под управлением Мастера. Принятые команды накапливаются в Мастере или отбрасываются – во всех случаях формируется отчет, составляющий выходную информацию КП. Обмен Мастера с модулями ввода и вывода в случае ошибок переключается на резервный канал локальной сети, или на резервный модуль, или на резервный канал резервного модуля. Обмен Мастера с модулем вывода ответственных команд осуществляется по основному и резервному сетевым каналам.

Модуль ввода и модуль вывода выполнены по схеме несимметричного резервирования. В момент старта инициализируется драйвер инструментальный, CAN-контроллер (основной и резервный), шины I²C, загружается FLEX-логика «ALTERA». Если инициализация неуспешна, модули перезапускаются. Затем тестируется память программ ПЗУ и память данных ОЗУ. Модуль ввода и модуль вывода постоянно выводят свое состояние на инструментальный СОМ-порт.

Модуль ввода (МВВ) предназначен для снятия информации с контролируемых объектов. Модуль ввода периодически (порядка 0,5с), производит опрос устройств связи с объектом (УСО) и тестирование. При тестировании формируется статус модуля и статус УСО, которые в любой момент могут быть переданы в Мастер по его запросу.

Модуль вывода (МВЫВ) предназначен для управления объектами электрической централизации (ЭЦ). Выполнение начинается по получении команды. При этом модуль подтверждает получение команды, возвращая Мастеру код команды, и непосредственно ее исполняет. Резервный модуль отслеживает процесс выполнения и проводит самодиагностику.

Модуль вывода ответственных команд (МВОК) предназначен для управления объектами ЭЦ в обход схем зависимостей безопасности ЭЦ. Для обеспечения требуемой безопасности МВОК работает по двухканальной схеме с пошаговым сравнением.

Ответственная команда ТУ (ОТУ) выполняется двумя командами ТУ: предварительной (1) и исполнительной (2), в соответствии с временной диаграммой, представленной на рисунке 2. После выполнения предварительной команды и получения контроля ее выполнения на ПУ, из ПУ не позднее чем через 20с после послыски предварительной команды должна быть передана исполнительная команда. Если исполнительная команда не поступает на КП за период контрольного времени (в течение 20с после выполнения предварительной команды), то исполнительная ответственная команда не реализуется. В

начале выполнения команды устанавливается соответствующий флаг. Сброс флага производится по окончании выполнения исполнительской команды.

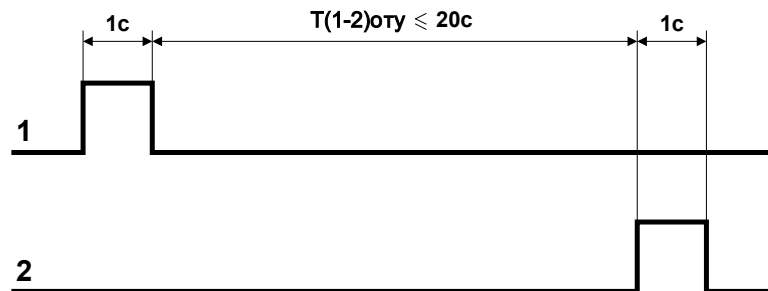


Рисунок 2 - Временная диаграмма выполнения ответственных команд

Контроль на соответствие команды для данного КП проводит модуль Мастер. МВОК проводит анализ команды на корректность и на возможность ее выполнения.

В канале ОТУ реализованы следующие механизмы повышения безопасности:

а) В обмене Мастер - МВОК по локальной сети:

- Не менее трех копий команды;
- Идентификатор копии команды;
- Идентификатор команды (одинаковый для всех копий одной команды);
- Контроль целостности кода команды по CRC;
- «Пакетная» передача копий одной команды;
- Отсутствие буферизации команд в МВОК;
- Обратная связь МВОК-МЛС на разных шагах выполнения команды;
- Таймаут на прием копий;

б) В реализации алгоритма выполнения команды:

- Таймаут на время замкнутого состояния выходных ключей;
- Параллельное выполнение алгоритма по двум каналам с пошаговым сравнением результатов выполнения;
- Для каждого канала исполнения алгоритма:
 - Отдельный экземпляр кода и структур данных (входных данных и состояния);
 - Последовательное выполнение алгоритма из нескольких шагов;
 - Инициализация входных данных безопасным значением сразу после их использования;
 - Фиксация в статусе выполнения алгоритма признака успешного выполнения каждого шага; проверка признака выполнения предыдущих шагов перед выполнением текущего; сброс признаков выполнения всех шагов в конце выполнения алгоритма;
 - Защита входных данных и состояния алгоритма с помощью CRC.

Все поступающие на данный КП команды телеуправления (ТУ и ОТУ) из полного списка команд данной станции помещаются в буфер команд ТУ. Это связано с тем, что на контролируемый пункт за короткий промежуток времени (по сравнению со временем исполнения команд), может поступить несколько команд ТУ, одновременная реализация которых невозможна, и потребуются их последовательное выполнение. Все находящиеся в буфере команды, выполняются с учетом их приоритета и в порядке очереди. Очередная команда может быть выполнена, если флаги других команд установлены в соответствии с таблицей соответствия флагов. Перед выполнением очередной команды проверяется наличие

этой команды в списке команд данного КП, если в списке команда отсутствует, то выдается сообщение об ошибке.

Размер буфера ТУ выбран, исходя из возможности посылки команды «сквозного пропуска», которая для рассматриваемых станций может включать до трех команд ТУ на установку маршрута. Следовательно, размер буфера ТУ должен быть не более 4-х регистров.

В случае переполнения буфера команд ТУ, на ПУ передается сообщение «переполнение буфера ТУ». При наличии в буфере команд ТУ команд разного типа, устанавливается следующий приоритет их выполнения:

- ответственные команды (ОТУ) – приоритет 1;
- команды на установку и отмену маршрутов, команда нормализации набора (ДНГ), перекрытия светофоров, включения и отмены автодействия светофоров, одиночные команды – приоритет 2.

Аппаратно-программный комплекс КП автоматически собирает информацию с систем ЭЦ и АБ, производит ее обработку и обеспечивает передачу на ПУ. КП принимает команды из ПУ, производит их обработку, обнаруживает и исправляет ошибки и, воздействуя на устройства ЭЦ, осуществляет управление объектами этих систем.

Передаваемые в ПУ сообщения содержат информацию:

- Об участках приближения и удаления;
- О приемо-отправочных путях;
- О стрелочно-путевых участках;
- О состоянии сигналов и положении стрелок;
- О результатах тестирования оборудования КП;
- О текущей стадии выполнения команд ТУ;
- Нормативной базы.

В архитектуре локальной сети (ЛС) КП реализована четырехуровневая модель OSI/ISO. Локальная сеть КП использует протокол CAN 2.0B.

Используемая конфигурация обеспечивает:

- модульность программирования сети при разнотипности элементной базы Мастера и модулей ввода – вывода;
- удобство реконфигурации сети с целью повышения безопасности;
- повышение функциональных возможностей системы и безопасности.

Входными данными ПО КП являются команды, приходящие в КП по резервированному каналу передачи данных, связывающему КП и ШМ ПУ.

Выходными данными ПО КП являются ответы на команды и информация телесигнализации, которые отправляются от КП по резервированному информационному каналу, связывающему КП и ШМ.

Все программы ПО КП хранятся в энергонезависимой Flash-памяти соответствующих функциональных модулей и готовы к исполнению сразу после подачи на них электропитания.

ПО МЛС выполняется параллельно на его аппаратных модулях UMLS1 и UMLS2. Каждый из модулей UMLS выполняет свой набор функций.

Программы управления работой МВВ, МВЫВ, МВОК и контроллера связи Мастера хранятся и исполняются во Flash-памяти. Данные статически распределены в адресном пространстве оперативной памяти.

3.2. Описание задач структурных элементов КП

3.2.1. Алгоритм

Основные функциональные задачи – программные компоненты ПО КП работают в многозадачном режиме – считывание ТС, исполнение ТУ и других команд, обмен по локальной сети КП, технология, поддержка канала передачи данных, взаимодействие основной – резервный, диагностика и тестирование.

3.2.2. Алгоритм взаимодействия основных задач ПО КП

Задача управления работой контроллера связи модуля Мастер поддерживает транзитный поток, а также выделяет входящие и передает исходящие пакеты КП. Работа с внешним каналом передачи данных ведется в реальном масштабе времени. Ответственный поток буферизирован с предоставлением асинхронного доступа и дополнен системой оповещения. При инициализации, реакции на сбой и на инструментальном этапе задача контроллера связи выполняет конфигурационные, диагностические и сервисные функции.

Обменом с контроллером связи управляет менеджер канала связи. Получив данные от контроллера связи, менеджер канала связи передает их резервному Мастеру через драйвер связи с резервом, и устанавливает объекты синхронизации технологической задачи. По синхронизации от технологической задачи и резервного Мастера менеджер канала связи передает выходную информацию контроллеру связи. Обмен с технологической задачей осуществляется через общие буферы с разделенными входом и выходом. Менеджер канала связи имеет доступ к основному и резервному контроллерам связи и управляет работой резервированного канала передачи данных.

Технологическая задача, на основе команд и времени (если разрешена работа по расписанию), выдает запросы задаче управления локальной сетью, по исполнению которых, подготавливаются выходные данные для резервированного канала передачи данных. При потере синхронизации от ПУ через канал связи, технологическая задача самостоятельно инициирует запросы модулям ввода для обновления состояния ТС.

Задача управления обмена по локальной сети, получив запрос от технологической задачи, исполняет алгоритм обмена с соответствующим модулем и формирует результат. Для передачи данных большего размера CAN-сообщений отрабатывается алгоритм блочной передачи. В случае ошибок при работе с MBV и MBYB, обмен переключается на резервный канал или резервный модуль или на резервный канал резервного модуля. Начало реализации ответственной команды требует не менее трех успешно принятых копий команд.

Задача модуля ввода самостоятельно периодически считывает ТС и передает Мастеру через локальную сеть по его запросу.

Задачи модуля вывода и вывода ответственных команд ожидают команды. При получении команды исполняют ее с формированием статуса исполнения. Команды не накапливаются. Запросы статуса исполняются всегда.

Во всех интеллектуальных модулях постоянно работает задача контроля и диагностики. При сбоях работа основного модуля блокируется, выполнение функции производит резервный модуль. Заблокированный модуль инициализируется, выполняет полное самотестирование и, в зависимости от режима, переключает функцию основного на себя или остается пассивным.

3.2.3. Протоколы

Локальная сеть КП использует протокол CAN 2.0B ©Robert BOSCH GmbH, аппаратно поддерживаемый контроллером Intel 82527 и функциональным аналогом I82527, встроенным в микропроцессор C167. Идеология локальной сети опирается на спецификации CAN Kingdom™ 3.01 ©KVASER AB.

Данные в сети упакованы в документы, документы состояются из страниц. Документы привязаны к папкам, которые определяют место расположения в сети и уровень приоритета.

3.2.4. Структура задач ПО КП

ПО КП состоит из следующих структурных элементов:

- программа управления работой MBV;
- программа управления работой MBYB;
- программа управления работой MBOK;
- программа управления работой MLC;
- программа управления работой канала передачи данных;
- программа анализа и подготовки технологической информации – ТУ, ТС и вспомогательной информации;
- программа анализа целостности элементов и правильности функционирования ПО КП.

3.2.4.1. Задача управления работой MBV

3.2.4.1.1. Функции

- периодический опрос входов модулей УСО;
- формирование буфера состояния ТС по запросу Мастера с привязкой к локальному времени и контролем;
- передача страниц по запросу Мастера в соответствии с блочным протоколом передачи документа;
- контроль исправности модуля и УСО.

3.2.4.1.2. Основные структурные блоки

- инициализация;
- тестирование модуля;
- сканирование входной матрицы;
- формирователь выходного блока ТС (страничный документ DQPS формата локальной сети);
- интерпретатор команд;
- драйвер CAN – основного канала локальной сети;
- драйвер CAN – резервного канала локальной сети;
- драйвер RS232 – инструментального канала модуля.

Основные структурные блоки задачи управления работой модуля Ввода представлены на рисунке 3.

Основные структурные блоки задачи
управления работой Модуля Ввода

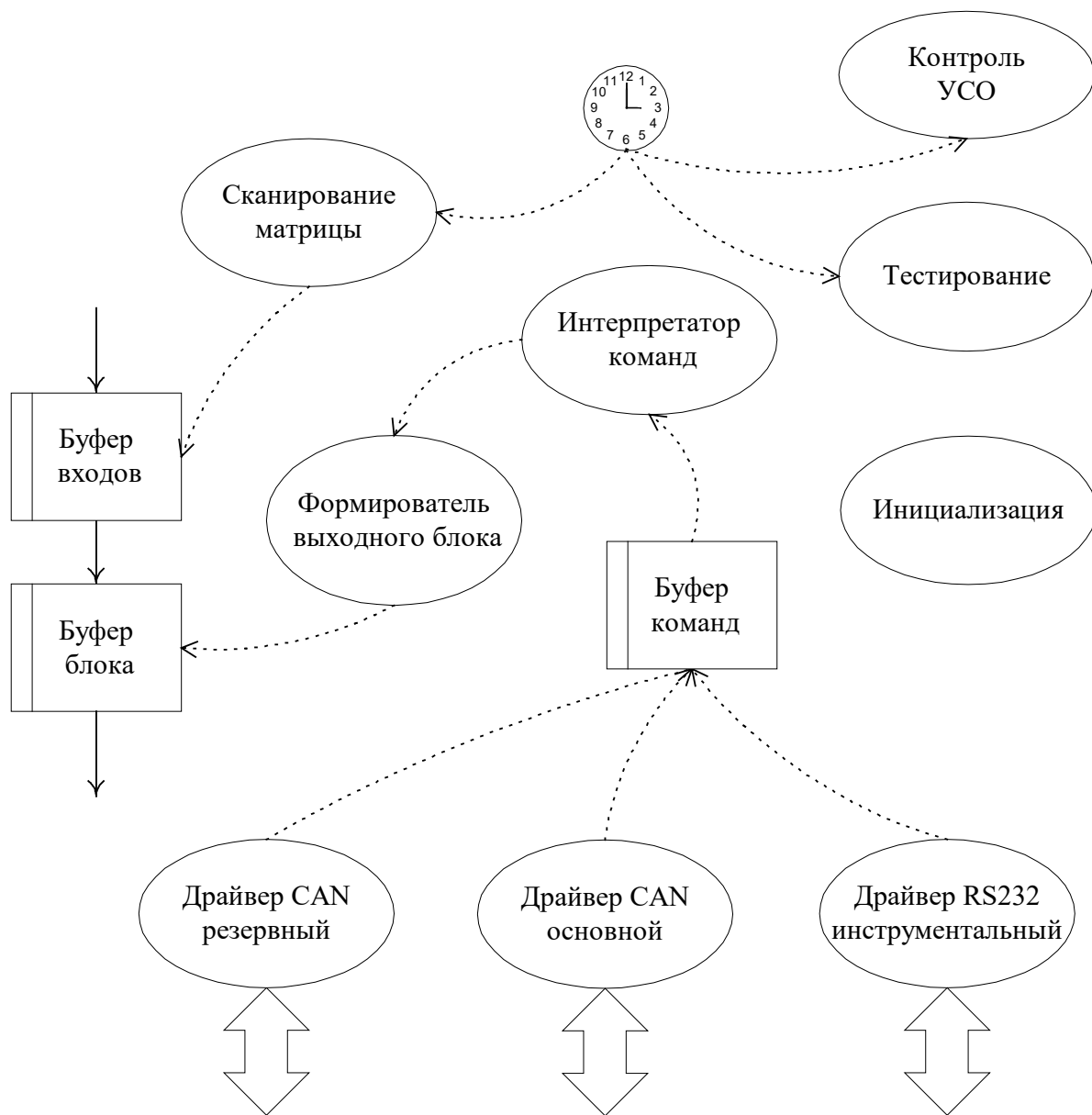


Рисунок 3

3.2.4.2. Задача управления работой МВЫВ

3.2.4.2.1. Функции

- прием запросов по сети, анализ допустимости команды, исполнение алгоритма действий при получении команды;
- контроль исправности модуля и состояния выходных элементов УСО;
- формирование и выдача статуса по запросу Мастера.

3.2.4.2.2. Основные структурные блоки

- инициализация;
- тестирование модуля;
- тестирование выходных датчиков модулей УСО;
- дешифратор команд;
- интерпретатор команд;
- драйвер CAN – основного канала локальной сети;
- драйвер CAN – резервного канала локальной сети;
- драйвер RS232 – инструментального канала модуля.

Основные структурные блоки задачи управления работой МВЫВ представлены на рисунке 4.

Основные структурные блоки задачи
управления работой Модуля Вывода

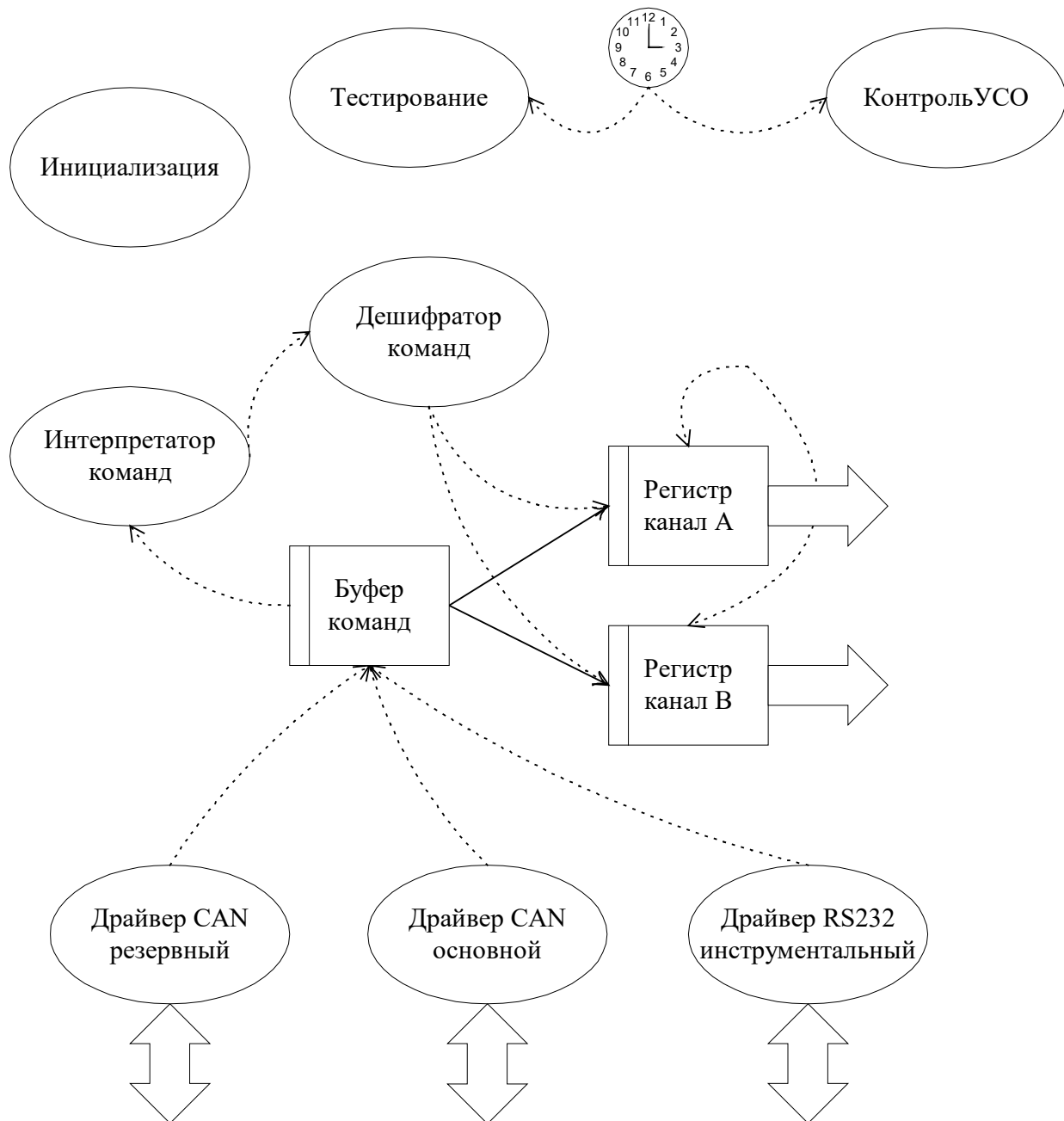


Рисунок 4

3.2.4.3. Задача управления работой МВОК

3.2.4.3.1. Функции

- контроль состояний выходных ключей;
- обработка принятых команд и передача соответствующих сообщений через основной и резервный CAN-контроллер;
- обслуживание системного таймера, отслеживание времени;
- прием и обработка кода команды;
- контроль систем исполнения и управления модуля;
- обработка сторожевого таймера (переустановка);
- отработка аварийных ситуаций.

3.2.4.3.2. Основные структурные блоки

- инициализация;
- тестирование модуля;
- контроль состояния выходных ключей;
- два канала пошагового исполнения алгоритма реализации команды ОТУ, работающих параллельно;
- дешифратор команд;
- интерпретатор команд;
- синхронизация и сравнение результатов работы двух каналов;
- драйвер CAN – основного канала локальной сети;
- драйвер CAN – резервного канала локальной сети;
- драйвер RS232 – инструментального канала модуля;
- отработка аварийных ситуаций.

Основные структурные блоки задачи управления работой МВОК представлены на рисунке 5.

Основные структурные блоки задачи Модуля Вывода Ответственных Команд

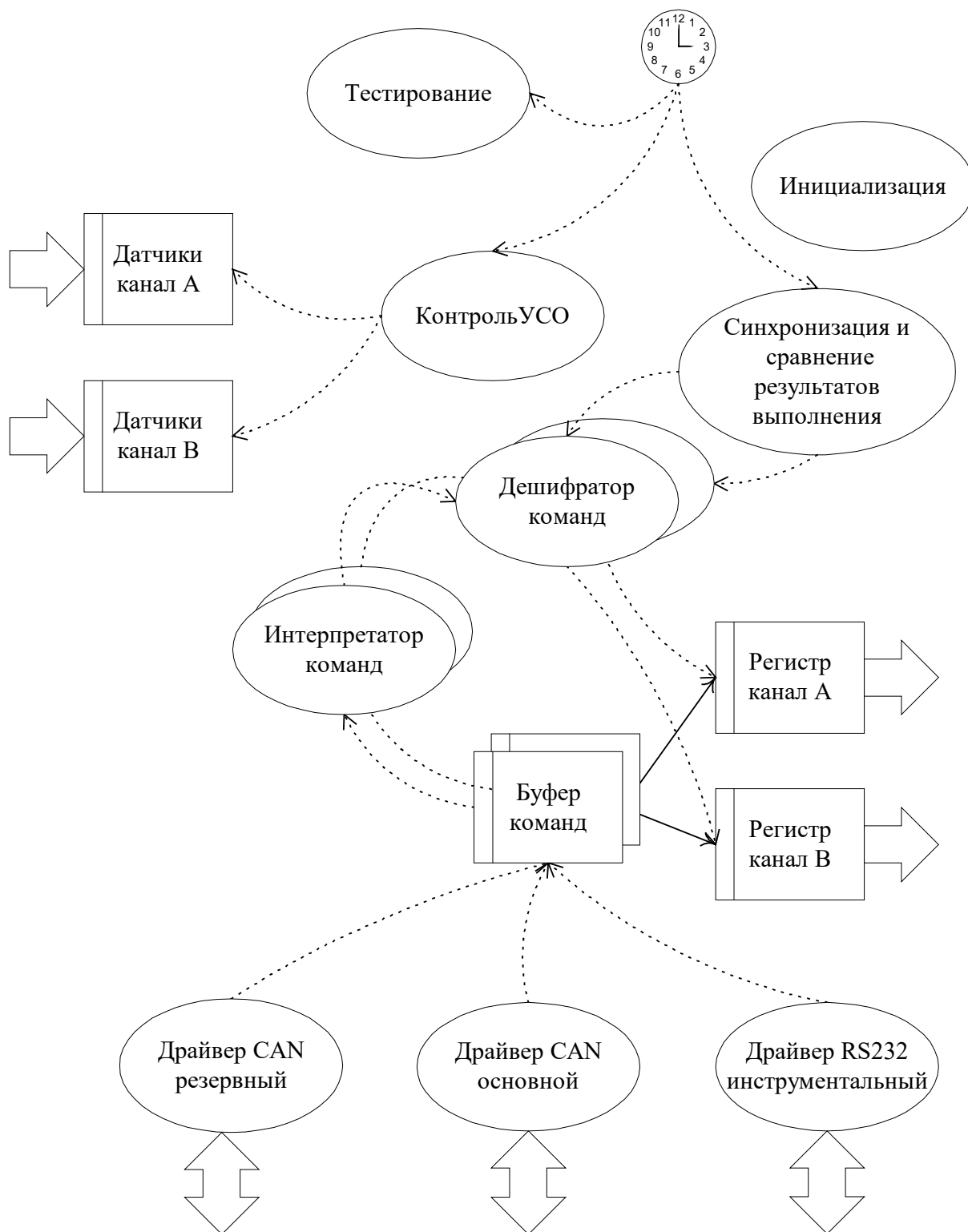


Рисунок 5

3.2.4.4. Задача управления работой модуля Мастер

3.2.4.4.1. Функции МЛС

- Выбор активного МЛС.
- Опрос и выдача ТС, данных диагностики КП, данных диагностики связи.
- Выполнение команд ТУ.
- Выполнение команд ОТУ. (две копии команды выполняются параллельно на UMLS1 и UMLS2. В процессе выполнения происходит сравнение данных между UMLS. Команды ТУ, ОТУ представлены в виде набора инструкций, которые выполняются интерпретатором).
Алгоритмы команд ТУ, ОТУ задаются в конфигурационном файле для МЛС5.
- Обновление конфигурационного файла по запросу пользователя через Ethernet (протокол MLSTool)
- Отправка диагностических сообщений в MLSTool при выполнении команд ТУ, ОТУ
- Взаимодействие с соседними МЛС и с ШМ по протоколу КП-ШМ ПУ.
- Транзит пакетов соседних МЛС, ШМ ПУ.
- Взаимодействие с МВВ, МВЫВ, МВОК.
- Отображение состояния МЛС на светодиодных индикаторах передней панели.
- Управление резервированием связевых интерфейсов.
- Обслуживание WDT.
- Выполнение речевого оповещения.

3.2.4.4.2. Функции UMLS1

- Выбор активного МЛС.
- Опрос и выдача ТС, данных диагностики КП, данных диагностики связи.
- Выполнение команд ТУ.
- Выполнение команд ОТУ. Выполнение первого экземпляра алгоритма. Сравнение своих данных (UMLS1) с данными второго экземпляра алгоритма, выполняемого на UMLS2.
- Транзит пакетов соседних МЛС, ШМ по UMLS1.
- Взаимодействие МЛС5 с соседними МЛС и с ШМ по протоколу КП-ШМ ПУ.
- Взаимодействие МЛС5 с МВВ, МВЫВ, МВОК. Посылка запросов и прием ответов.
- Обновление конфигурационного файла по Ethernet по протоколу MLSTool.
- Отправка диагностических сообщений в MLSTool при выполнении команд ТУ, ОТУ.
- Отображение состояния МЛС на светодиодах передней панели.
- Управление резервированием связевых интерфейсов.
- Обслуживание WDT.
- Выполнение речевого оповещения.

3.2.4.4.3. Функции UMLS2

- Выполнение команд ОТУ. Выполнение второго экземпляра алгоритма. Отправка своих данных (UMLS2) в UMLS1 для сравнения.

- Прием таблицы TC1 по CAN без выдачи запросов (прослушивание пакетов для UMLS1).
- Прием таблицы TC2 по SerCh2.
- Транзит пакетов UMLS1 (ТС, диагностика КП, диагностика связи) через UMLS2.
- Транзит данных соседних МЛС, ШМ по UMLS2.
- Обновление конфигурационного файла по Ethernet по протоколу MLSTool.
- Отображение состояния МЛС на светодиодах передней панели.
- Управление резервированием связевых интерфейсов.
- Переключение между способами связи с МВВ по команде от UMLS1.
- Обслуживание WDT.

3.2.4.4.4. Общий алгоритм работы МЛС

ПО МЛС запускается одновременно на UMLS1 и UMLS2. На рисунке 6 показан общий алгоритм, выполняемый при старте программы.

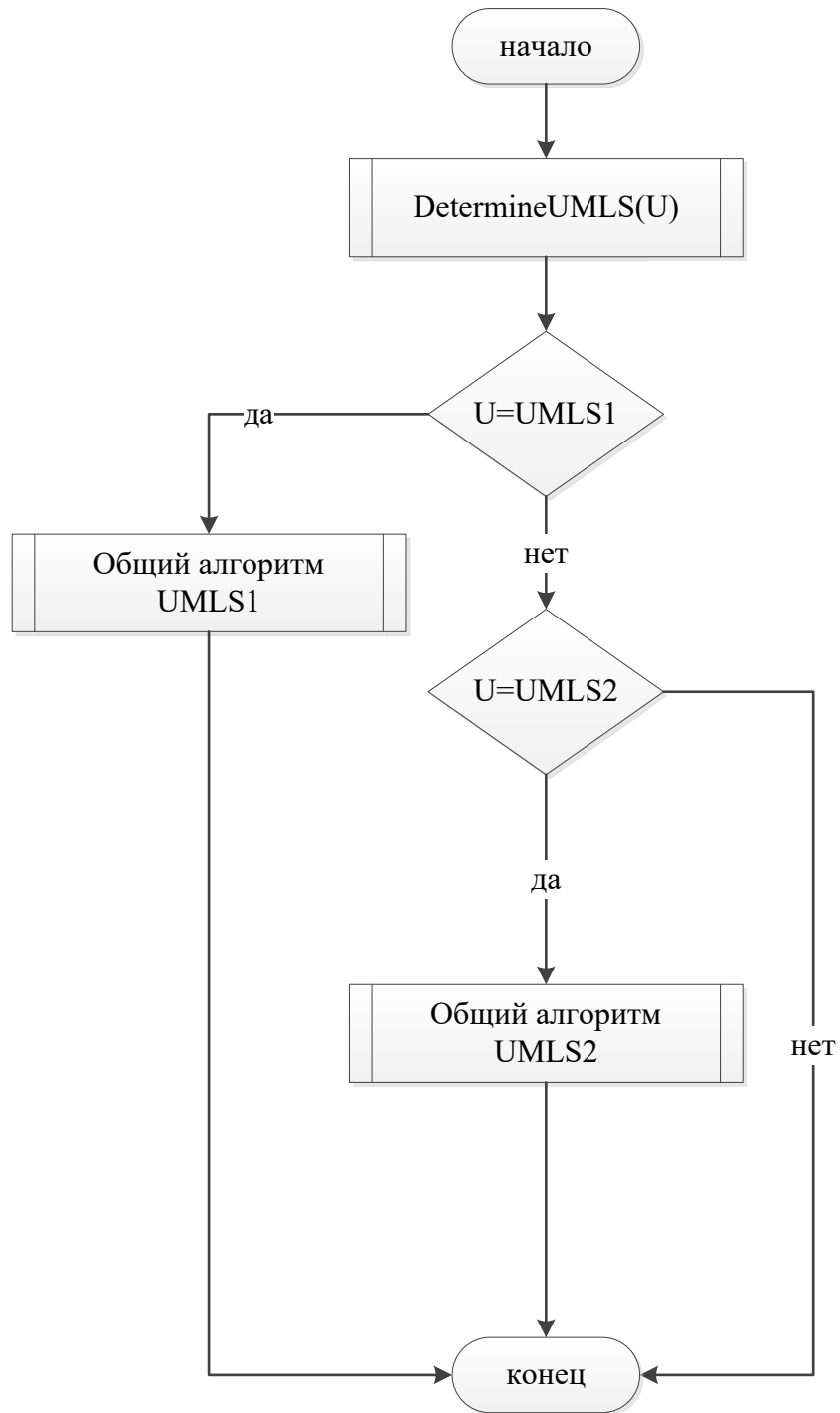


Рисунок 6 – Общий алгоритм

Подпрограмма **DetermineUMLS()**:

- определяет на каком модуле UMLS запускается программа,
- записывает тип модуля в переменную U.

В зависимости от значения переменной U, выполняется алгоритм либо для UMLS1 (рисунок 7), либо для UMLS2 (рисунок 8).

3.2.4.4.4 Общий алгоритм работы UMLS1

Для выполнения алгоритма создается объект **umls1**.

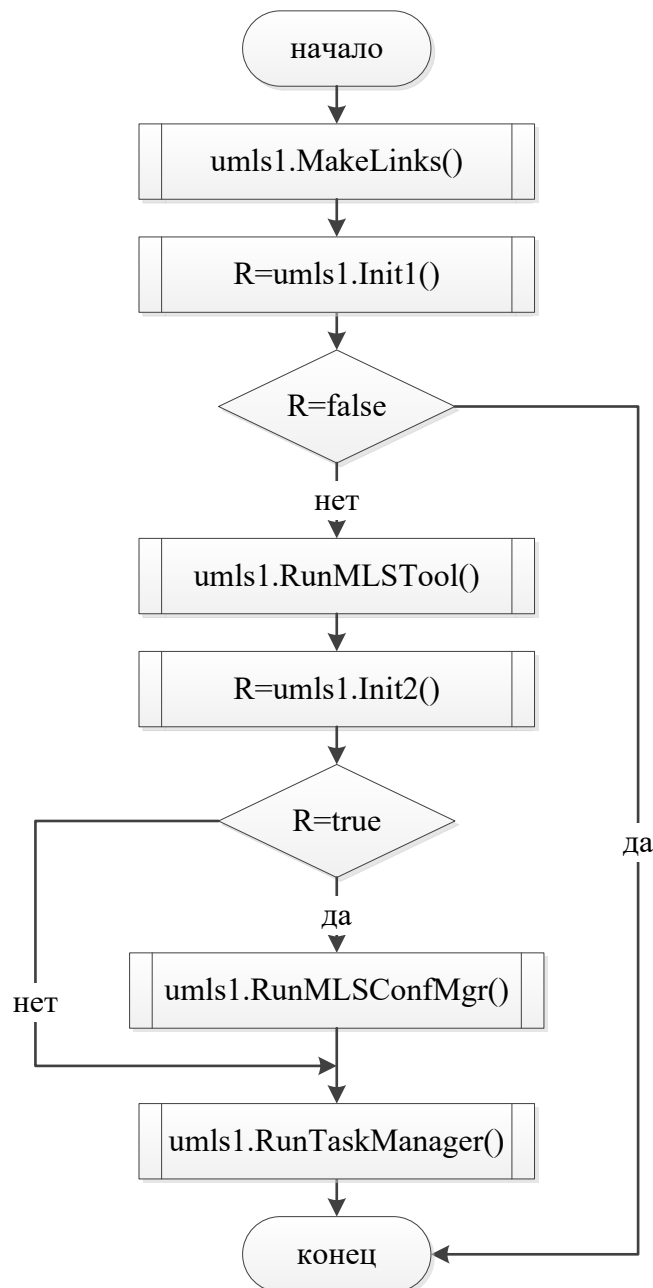


Рисунок 7 – Общий алгоритм UMLS1

Подпрограмма **umls1.MakeLinks()**:

- устанавливает связи между внутренними объектами **umls1**,
- создает структуру объектов для решения задач модуля UMLS1 (см. Общая структура).

umls1.Init1():

- выполняет инициализацию внутренних объектов **umls1**.

Результат инициализации записывается в переменную R.

umls1.RunMLSTool():

- запускает задачу, отвечающую за обновление файлов МЛС5 по Ethernet (класс MLSTool),
- принимает и отправляет диагностические сообщения по Ethernet.

umls1.Init2():

- выполняет инициализацию внутренних объектов **umls1**,

-считывает конфигурационные файлы MLS.cfg, MLSPorts.cfg.

Результат инициализации записывается в переменную R.

umls1.RunMLSConfMgr():

-запускает менеджер конфигурации МЛС5 (объект класса MLSConfigurationManager).

На начальном этапе MLSConfigurationManager устанавливает роль пассивного для МЛС. В дальнейшем объект класса может изменить список работающих задач и параметры задач для обеспечения выполнения модулем МЛС активной роли.

umls1.RunTaskManager():

-запускает менеджер задач (объект класса TaskManager).

TaskManager контролирует выполнение запущенных задач, осуществляет генерацию периодических событий для задач.

3.2.4.4.5 Общий алгоритм работы UMLS2

Для выполнения алгоритма создается объект umls2.

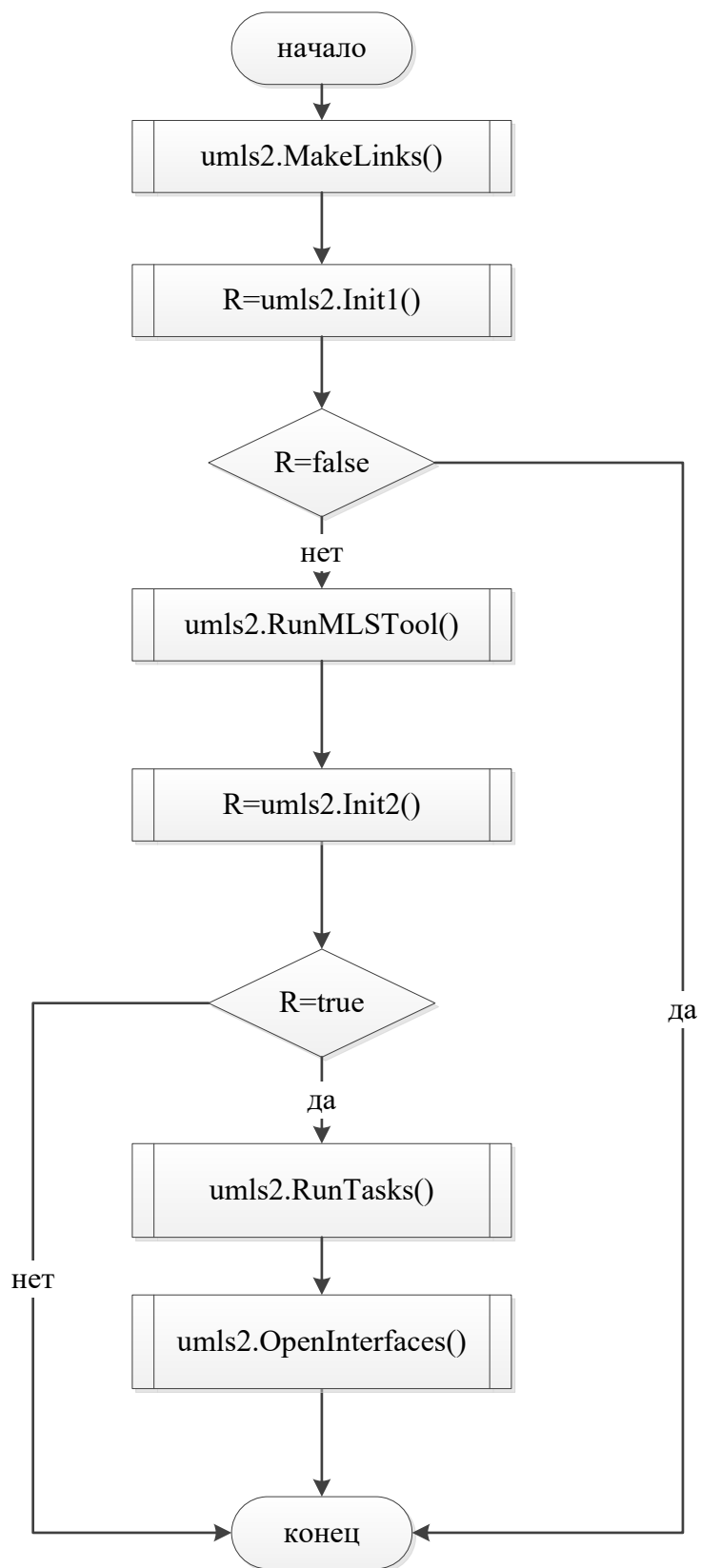


Рисунок 8 – Общий алгоритм UMLS2

Подпрограмма **umls2.MakeLinks()**:

-устанавливает связи между внутренними объектами **umls2**,

-создает структуру объектов для решения задач модуля UMLS2 (см. Общая структура).

umls2.Init1():

-выполняет инициализацию внутренних объектов **umls2**.

Результат инициализации записывается в переменную R.

umls2.RunMLSTool():

-запускает задачу, отвечающую за обновление файлов МЛС5 по Ethernet (класс MLSTool),

-принимает и отправляет диагностические сообщения по Ethernet.

umls2.Init2():

-выполняет инициализацию внутренних объектов **umls2**,

-считывает конфигурационные файлы MLS.cfg, MLSPorts.cfg.

Результат инициализации записывается в переменную R.

umls2.RunTasks():

-запускает задачи выполняемые **umls2**.

umls2.OpenInterfaces():

-открывает интерфейсы модуля UMLS2.

3.2.4.5. Задача управления работой канала передачи данных

Функции:

- прием и передача пакетов, распаковка и упаковка полезных данных, выделение служебной транспортной информации;
- буферизация данных КП на станции и ретрансляция транзитных сообщений;
- расчет диагностических сетевых характеристик;
- анализ запроса транспортного уровня;
- формирование служебной транспортной информации выходного пакета;
- информационный обмен с резервным МЛС;
- синхронизация других процессов МЛС.

3.2.4.6. Задача анализа, подготовки и реализации технологической информации и алгоритмов – ТУ, ТС и вспомогательной информации

Функции:

- буферизация команд ТУ, проверка времени действия (если разрешено);
- кодирование и декодирование команд ТУ (10 бит – 32 бита);
- определение соответствия команд ТУ таблице действительных команд данного КП;
- решение зависимостей (технологические алгоритмы исполнения ТУ).
- дополнительная логика исполнения ответственных команд ТУ;
- определение изменения постоянно считываемого состояния ТС КП, регулирование загрузки информационного канала (в пределах минимального и максимального интервалов между передачей полного состояния ТС).

3.2.4.7. Задача анализа целостности элементов и правильности функционирования ПО

Функции:

- проверка наличия активности всех зарегистрированных процессов;
- проверка прохождения контрольных точек;
- учет глубины заполнения буферов информационных потоков;
- контроль лимитов времени прохождения информации на ответственных участках;

- сравнение результатов работы двоированных элементов (используемых для повышения достоверности).

4. Входные и выходные данные

4.1. Формат сообщений состояния КП

Входными данными ПО КП являются команды, приходящие на КП по резервированному информационному каналу, связывающему КП и ШМ ПУ.

Входные команды для КП оформляются в сообщения. Для передачи по каналу сообщения упаковываются в пакеты.

Выходными данными ПО КП являются ответы на принятые команды и информация телесигнализации от контролируемых устройств железнодорожной автоматики, которые отправляются от КП по резервированному каналу передачи данных, связывающему КП и шлюз.

Выходные данные КП оформляются в сообщения. Для передачи по каналу сообщения упаковываются в пакеты.

4.1.1. Общий формат сообщения

Все сообщения имеют заголовок, данные и контроль.

Заголовок:

- Длина (2 байта) – количество всех байт сообщения (включая заголовок, данные и контроль).
- Тип (2 байта) – определяет формат поля данных.
- Получатель (2 байта) – адрес получателя.
- Отправитель (2 байта) – адрес отправителя.
- Время (4 байта) – календарное время создания сообщения, формат ANSI UTC – счетчик секунд с 01.01.1970, 00:00:00.
- Идентификатор (1 байта). Сообщения имеют сквозную нумерацию для каждого типа каждого отправителя, в поле идентификатора размещается порядковый номер сообщения.
- Резерв (1 байта). *Возможное использование оговаривается дополнительно.

Данные:

- массив байт (формат определяется типом сообщения).

Контроль:

- (2 байта) – циклический избыточный код (CRC) без исправления ошибок.

Сообщение:

Таблица 3

Параметр	Величина
Длина	2 байта
Тип	2 байта
Получатель	2 байта
Отправитель	2 байта
Время	4 байта
Идентификатор	1 байт
Резерв	1 байт
Данные	(длина – 16) байт
CRC	2 байта

4.1.2. Сообщения для передачи диагностической информации КП

- Тип = 0x0503;
- Длина = 0x0012..0x0100;
- Получатель = сервер (конфигурируется);
- Отправитель = SRC.
- Данные – определяются составом оборудования КП.

Остальные поля определяются общим форматом.

4.1.3. Сообщения для передачи информации о конфигурации и состоянии КП

- Тип = 0x0504;
- Длина = 0x0012..0x0100;
- Получатель = сервер (конфигурируется);
- Отправитель = SRC.
- Данные – определяются составом оборудования КП.

Остальные поля определяются общим форматом.

4.1.4. Поле данных сообщения о конфигурации и состоянии КП

- Длина описания состояния (1 байт), включая байт длины;
- Тип (1 байт) = 0x41;
- Исправность модулей (1 байт). Назначение бит в порядке возрастания:
 1. Модуль вывода младший основной;
 2. Модуль вывода младший резервный;
 3. Модуль вывода старший основной;
 4. Модуль вывода старший резервный;
 5. Модуль ответственного вывода основной;
 6. Модуль ответственного вывода резервный;
 7. Модуль ввода основной;
 8. Модуль ввода резервный.
- Маска разрешения обмена с модулями (1 байт):
 1. Модуль вывода младший основной;
 2. Модуль вывода младший резервный;
 3. Модуль вывода старший основной;
 4. Модуль вывода старший резервный;
 5. Модуль ответственного вывода основной;
 6. Модуль ответственного вывода резервный;
 7. Модуль ввода основной;
 8. Модуль ввода резервный.
- Исправность обмена с модулями по CAN-A (1 байт):
 1. Модуль вывода младший основной;
 2. Модуль вывода младший резервный;
 3. Модуль вывода старший основной;
 4. Модуль вывода старший резервный;
 5. Модуль ответственного вывода основной;
 6. Модуль ответственного вывода резервный;
 7. Модуль ввода основной;
 8. Модуль ввода резервный.
- Исправность обмена с модулями по CAN-B (1 байт):
 1. Модуль вывода младший основной;

2. Модуль вывода младший резервный;
3. Модуль вывода старший основной;
4. Модуль вывода старший резервный;
5. Модуль ответственного вывода основной;
6. Модуль ответственного вывода резервный;
7. Модуль ввода основной;
8. Модуль ввода резервный.

- Исправность УСО Вывода младшего крейта основной комплект (1 байт).

Элемент присутствует, если соответствующие биты исправности модулей и маски разрешения обмена активны. Каждый бит соответствует УСО в порядке возрастания номеров.

- Исправность УСО Вывода младшего крейта резервный комплект (1 байт).

Элемент присутствует, если соответствующие биты исправности модулей и маски разрешения обмена активны.

- Исправность УСО Вывода старшего крейта основной комплект (1 байт).

Элемент присутствует, если соответствующие биты исправности модулей и маски разрешения обмена активны.

- Исправность УСО Вывода старшего крейта резервный комплект (1 байт).

Элемент присутствует, если соответствующие биты исправности модулей и маски разрешения обмена активны.

- Исправность УСО ввода основного комплекта.

Элемент присутствует, если соответствующие биты исправности модулей и маски разрешения обмена активны.

Исправность УСО Ввода основной комплект (битовое поле).

Длина поля определяется остатком поля данных сообщения (так как длина описания состояния складывается из присутствующих элементов фиксированной длины и поля исправности УСО ввода). Если есть основной и резервный модули ввода, то поле исправности УСО основного ввода занимает первую половину остатка, если резервного ввода нет – то весь остаток.

При формировании сообщения в КП количество байтов для передачи мгновенных (однобитовых) значений основного комплекта УСО Ввода определяется как номер старшего контакта основного УСО Ввода деленный на восемь, т.е. если в 6-м крейте установлено 10-е УСО, то требуется 240 байтов. Длина поля исправности УСО ввода в байтах равна количеству байтов для передачи мгновенных значений ввода деленному на 32 с округлением в большую сторону. Для 6-и полных крейтов ($240/32=7.5$) $\Rightarrow$ 8 байтов, т.е. 64 бита для передачи состояния о 60-и УСО.

- Исправность УСО ввода резервного комплекта.

Элемент присутствует, если соответствующие биты исправности модулей и маски разрешения обмена активны.

Исправность УСО Ввода резервный комплект (битовое поле).

Длина поля определяется остатком поля данных сообщения. Если есть основной и резервный модули ввода, то поле исправности УСО резервного ввода занимает вторую половину остатка, если основного ввода нет – то весь остаток.

4.2. Структура данных локальной сети КП

4.2.1. Кодирование

4.2.1.1. Конверт

В локальной вычислительной сети (ЛВС) КП используется расширенный формат поля арбитража CAN-Message, состоящий из 29 бит – CAN-ID (Extended Format Arbitration Field). Envelope – 29 бит (ID0..ID28 CAN Message Identifier).

Таблица 4.

ID28	ID27	ID25	ID20	ID17	ID12	ID0
Reserve1	Type	Folder		Page	Node	Reserve2
		FolderGroup	GroupID			
0	1	3	8	11	16	24
	2	7	10	15	23	28
7			7		7	7
		0		0	0	3
AR0			AR1		AR2	AR3

Reserve1 – 1 бит, резерв = 1;

Type – 2 бита, Slave = 0x03, Master1 = 0x00, Master2 = 0x02;

Folder – 8 бит;

FolderGroup – 5 бит;

GroupID – 3 бита;

Page – 5 бит;

Node – 8 бит;

Reserve2 – 5 бит, резерв = 0x0F8.

AR0, AR1, AR2, AR3 – Intel 82527 Arbitration Registers (Base Address +2 .. Base Address +5).

4.2.1.2. Документы

Для передачи команд и слов состояний используется следующий формат – страница Page – включает три поля:

Value – 32 бита;

Time – 16 бит, счетчик времени с шагом 125 мс (или 62,5 мс), старший бит – флаг переполнения;

AP – 16 бит, дополнительный параметр.

4.2.2. Адресация

Таблица 5

Таблица 5

Таблица кодирования документов: Folder, Node															
Доку-менты	Folder Group	Group ID	МВОК				МВВ1		МВВ2		МВЫВ1		МВЫВ2		Модуль
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	line
			1	3	2	4									node
DQS	03	2	80	81	88	89	A0	A1	A8	A9	C0	C1	C8	C9	
DSS	03	4	80	81	88	89	A0	A1	A8	A9	C0	C1	C8	C9	
DQTCR	12	1	80	81	88	89									
DSTCR	12	2	80	81	88	89									
DQPCR	13	3	80	81	88	89									
DSPCR	13	4	80	81	88	89									
DQTC	1B	0					A0	A1	A8	A9					
DSTC	1B	2					A0	A1	A8	A9					
DQPC	1B	3					A0	A1	A8	A9					

DQCC	1B	4					A0	A1	A8	A9					
DQTS	0B	0									C0	C1	C8	C9	
DSTS	0B	1									C0	C1	C8	C9	
DQPS	0B	5									C0	C1	C8	C9	
DSPS	0B	3									C0	C1	C8	C9	

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

[illegible]