

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела разработки РЭА



В. Е. Жуков

18 сентября 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель Генерального директора



А. С. Павлов

18 сентября 2023 г.

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ "ТРАКТ"

**Контролируемый пункт, интегрированный в
микропроцессорную централизацию
стрелок и светофоров**

Программное обеспечение

ПО КП, интегрированного в МПЦ

Описание применения

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

52164900.50 5100 003-02 31 01-ЛУ

Листов 1

Исполнитель



С. П. Шабуров

18 сентября 2023 г.

Нормоконтролёр



Е. Я. Ковалева

18 сентября 2023 г.

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

Утвержден
52164900.50 5100 003-02 31 01-ЛУ

ДИСПЕТЧЕРСКАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ “ТРАКТ”

**Контролируемый пункт, интегрированный в
микропроцессорную централизацию
стрелок и светофоров**

Программное обеспечение

ПО КП, интегрированного в МПЦ

Описание применения

52164900.50 5100 003-02 31 01

Листов 13

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

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, сопрягаемый со станционной релейной электрической централизацией (ЭЦ) стрелок и светофоров.
- 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», интегрированного в МПЦ (далее – КП, интегрированный в МПЦ).

Настоящее описание содержит сведения об организации ПО КП ДЦ «Тракт», интегрированного в МПЦ, 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.

БСОД – блок связи и обработки данных.

ДЦ – диспетчерская централизация.

КП – контролируемый пункт диспетчерской централизации.

МПЦ - станционная микропроцессорная централизация стрелок и светофоров.

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 релейная электрическая централизация стрелок и светофоров.

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 ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕМУ ПЕРСОНАЛУ	7
3. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ	7
3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	7
3.2. ПРИЕМ ОТ МПЦ СИГНАЛОВ ТС, СИГНАЛОВ ОТ АППАРАТУРЫ АПК-ДК (СЕРВИСЫ UGS1..3), ПЕРЕДАЧА В МПЦ КОМАНД ТУ, ОТУ (СЕРВИСЫ UGS1, UGS2).....	8
3.3. РЕЗЕРВИРОВАНИЕ (СЕРВИС CCSI)	8
3.4. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛА ПЕРЕДАЧИ В СЕТИ КП ДИСПЕТЧЕРСКОГО КРУГА (СЕРВИС MIX)	9
3.5. ФОРМИРОВАНИЕ КОДОВ КОМАНД РЕЧЕВОГО ОПОВЕЩЕНИЯ (СЕРВИС ALT)	9
3.6. ОБМЕН ДАННЫМИ С МЦОС (СЕРВИС AGR)	10
3.7. ПРОТОКОЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ (СЕРВИС LOG).....	10
4. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	10
4.1. ФОРМАТ СООБЩЕНИЙ СОСТОЯНИЯ КП	10
4.2. ТОПОЛОГИЯ ЗАДАЧИ КП, ИНТЕГРИРОВАННОГО В МПЦ	12

1. Назначение программного обеспечения

1.1. Назначение ПО

ПО КП, интегрированного в МПЦ 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, интегрированного в МПЦ состоит из программных компонент, управляющих работой 2-х БСОД (основного и резервного). Кроме того, в состав ПО КП, интегрированного в МПЦ 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, интегрированного в МПЦ 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);
- Аппаратура «Аист» (аппаратура управления оперативным оповещением работающих на путях о приближении поезда к месту работ разработки ООО «Техтранс» (ОГРН 1117847528600).

ПО КП, интегрированного в МПЦ обеспечивает:

- возможное количество выдаваемых сигналов ТУ – определяется конкретным проектом, но не более 65536;
- возможное количество выдаваемых сигналов ответственного ТУ (ОТУ) – определяется конкретным проектом, но не более 4096;
- возможное количество воспринимаемых сигналов ТС –1920.
- связь с пунктом управления ДЦ осуществляется по интерфейсу G.703.1 (сонаправленный стык 64 кбит/с);
- сопряжение с МПЦ по асинхронному промышленному интерфейсу RS-422 (4 канала).

1.3. Ограничения по применению

ПО КП, интегрированного в МПЦ является объектно-ориентированным, то есть требуется его адаптация для конкретной железнодорожной станции.

Адаптируемая составляющая собственно для КП (файлы конкретного проектного задания вида *.tsk, *.bff) записывается в папку Adap_PO_BSOD дистрибутивного носителя с ПО КП. Адаптируемая составляющая МЦОС для КП, интегрированного в МПЦ находится в папке Adap_PO_MCOS (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Имя папки (каталога) дистрибутива	Содержимое
Adap_PO_MCOS	Файлы адаптации для МЦОС (реализация функции речевого оповещения)
Adap_PO_BSOD	Файлы адаптации КП, интегрированного в МПЦ
P	Образ ПО КП, интегрированного в МПЦ для основного БСОД
S	Образ ПО КП, интегрированного в МПЦ для резервного БСОД

Поставляемая документация находится в папке DOC дистрибутивного носителя.

Конфигурационные параметры для КП, интегрированного в МПЦ корректируются согласно данным программного документа с кодом 30 – Формуляра в файлах alt.ini, ccsi.ini, ugs.ini, cfg.mix (см. программный документ с кодом 92 - Руководство по установке).

Обозначение спецификации адаптированного к конкретной станции ПО КП, интегрированного в МПЦ будет иметь вид 52164900.50 5100 003.2nm.xу-02 . Здесь 2nm – номер диспетчерского участка согласно Классификатора ООО «Техтранс» (nm – цифры от 0 до 9), ху – порядковый номер железнодорожной станции (раздельного пункта) на этом диспетчерском участке (ху – цифры от 0 до 9).

2. Условия применения

2.1. Требования к техническим средствам

В комплект КП, интегрированного в МПЦ входят два блока связи и обработки данных (БСОД) ТТРС.468362.621 (основной и резервный) с комплектом соединительных кабелей, а также несущая рама Profil для плинтов C1 Krone с 4-мя плинтами LSA-Profil 2/10 Krone с нормально замкнутыми контактами.

БСОДы связаны между собой сетью Ethernet по стандарту EIA/TIA 568A посредством сетевых концентраторов ADAM из состава БСОД.

Каждый БСОД в своём составе имеет:

- Модуль процессора (МП).
- DC/DC преобразователи.
- Сетевой концентратор.
- Модуль УСО Связи3.
- Модуль цифровой обработки сигналов (МЦОС) (опционально).
- Выключатели и разъёмы.
- Конструктив типоразмера 2U.

Основу БСОД составляет высокоинтегрированный модуль процессора (МП) форм-фактора 3,5” на базе промышленной процессорной платы с пассивным охлаждением VEX2-6427-10C4VNE, процессор Vortex86EX2, 600МГц, 1 Гб DDR3, 10S, 4 x USB 2.0, 1 x VGA, 1 x LCD, 1 x LVDS, 1 x LAN, 10 x COM (2 x RS232/485), 1 x CAN Bus, 2 x I²C, Audio, 1 x MiniPCIe, 1 x SD Card.

ПО МП БСОД функционирует в среде 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.

Обобщенная структурная схема КП, интегрированного в МПЦ представлена на рисунке 1.

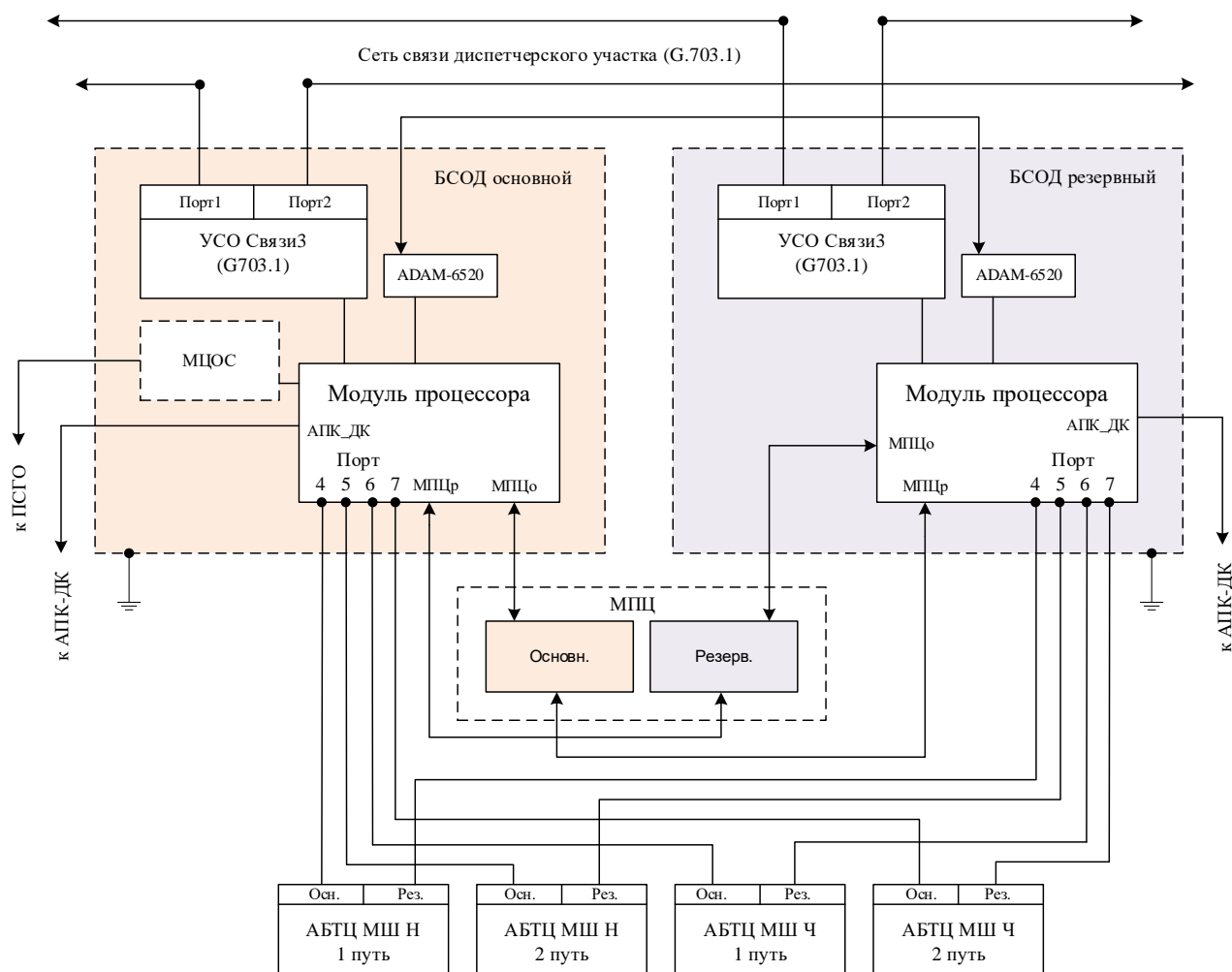


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема КП, интегрированного в МПЦ

2.2. Требования к эксплуатирующему персоналу

К эксплуатации ПО КП, интегрированного в МПЦ допускается персонал, прошедший специальную подготовку у разработчика.

3. Описание задачи

3.1. Общие сведения

Все функциональные элементы прикладного ПО КП, интегрированного в МПЦ реализованы в виде отдельных сервисов, запускающихся на выполнение автоматически, после включения электропитания БСОД КП.

ПО БСОД выполняет следующие задачи:

- прием от МПЦ входных сигналов телесигнализации (ТС), ответов на команды (РТ) и передача в МПЦ команд ТУ, ОТУ (сервисы ugs1, ugs2);
- прием от аппаратуры АПК-ДК сигналов с перегонов (сервис ugs3);
- реализация протокола передачи в сеть КП диспетчерского круга ДЦ (сервис mix);

- резервирование: отбрасывание лишних копий ТС, ТУ, ОТУ, реализация перекрестных связей между БСОД (сервис ccsi);
- формирования кодов команд речевого оповещения (РО) (сервис alt);
- обмена с МЦОС (сервис agr);
- протоколирования сигналов ТС, команд ТУ, ОТУ, команд РО (сервис log);
- диагностика компонентов станций (приложение usv).

Обмен данных между программными сервисами БСОД осуществляется посредством UDP-датаграмм. В поле данных передаются сообщения следующего общего формата, представленные в таблице 2:

Таблица 2.

Длина	2 байта	Длина сообщения, учитывая заголовок, данные и контроль (и само поле длины).
Тип	2 байта	Тип сообщения. Определяет формат поля данных
Получатель	2 байта	Адрес получателя
Отправитель	2 байта	Адрес отправителя
Время	4 байта	Время в секундах в формате UTC.
Идентификатор	1 байт	Порядковый номер сообщения.
Резерв	1 байт	
Данные	Длина переменная, задается параметром «Длина»	Данные сообщения.
CRC	2 байта	Циклический избыточный код (CRC) без исправления ошибок

3.2. Прием от МПЦ сигналов ТС, сигналов от аппаратуры АПК-ДК (сервисы ugs1..3), передача в МПЦ команд ТУ, ОТУ (сервисы ugs1, ugs2)

Размер исполняемого файла сервиса ugsX ~193 кб, используемая память ~4.6 мб.

Сервисы используют одинаковые исполняемые файлы и отличаются только конфигурационными данными.

Сервисы реализуют поддержку требуемых протоколов в зависимости от способа подключения к среде передачи данных (ТС, сигналов от АПК-ДК, ТУ, ОТУ, РТ).

Полученные от МПЦ данные передаются в формате сообщений во все модули, реализующие резервирование (сервисы ccsi) (с учетом дублирования, резервирования и т.п.) широкоэвещательными рассылками.

Передача осуществляется по факту приема данных, т.е. без промежуточной буферизации, механизмов устаревания данных и т.п.

Полученные от сервисов ccsi команды ТУ, ОТУ передаются в МПЦ по факту приема, без промежуточной буферизации.

Для реализации на стороне МПЦ диагностики исправности каналов связи, при отсутствии команд ТУ, ОТУ, передаются циклические послышки с нулевой длиной поля данных.

3.3. Резервирование (сервис ccsi)

Размер исполняемого файла сервиса ccsi ~198 кб, используемая память ~5.3 мб.

Для отбрасывания лишних копий сообщений, полученных от МПЦ (ТС, сигналов с перегонов, РТ) реализован принцип селекции канала. Из всех работающих каналов связи с

МПЦ выбирается один с наивысшим приоритетом. Данные, поступающие по другим каналам связи, игнорируются. При отсутствии данных в канале с наивысшим приоритетом, принимаются данные от канала с более низким приоритетом. При восстановлении работоспособности канала с высшим приоритетом осуществляется возврат к приему с этого канала. Приоритеты каналов условны и определены в конфигурационных файлах.

Полученные по выбранному каналу связи данные от МПЦ передаются в неизменном формате в сервисы `alt` (для формирования команд РО) `mix` (для передачи в сеть КП диспетчерского круга ДЦ). Кроме того, сигналы ТС от МПЦ передаются в сервисы `ugs3` для передачи в аппаратуру АПК-ДК.

Для отбрасывания лишних копий команд ТУ (ОТУ), полученных от сервисов `mix`, реализован принцип селекции сообщений. Из полученных нескольких копий одной команды (сравнение осуществляется по коду команды и полям заголовка сообщения) отбрасываются все копии кроме первой полученной. Далее одна копия команды ТУ (ОТУ) передается в неизменном формате в сервисы `ugs1`, `ugs2` в поле UDP датаграммы с не широковещательным адресом, для реализации принципа «один канал связи – одна копия команды».

3.4. Реализация протокола передачи в сети КП диспетчерского круга (сервис `mix`)

Размер исполняемого файла сервиса `mix` ~266 кб, используемая память ~6.9 мб.

Сервис `mix` реализует:

- передачу в сеть КП диспетчерского круга сигналов ТС (в т.ч. с перегонов), РТ в сторону ШМ ПУ;
- ретрансляцию пакетов данных от соседних КП и ШМ ПУ;
- прием из сети КП диспетчерского круга команд ТУ, ОТУ, переданных ШМ ПУ;
- синхронизацию часов МП БСОД от синхропакетов сети КП диспетчерского круга ДЦ, сформированных ШМ ПУ;
- формирование диагностики каналов связи сети КП диспетчерского круга ДЦ.

3.5. Формирование кодов команд речевого оповещения (сервис `alt`)

Размер исполняемого файла сервиса `alt` ~188 кб, используемая память ~4.7 мб.

Сервис `alt` реализует:

- анализ входных данных в соответствии с описанием задания для конкретной станции в соответствии с проектом;
- формирование кодов команд РО в соответствии с проектом.

Анализ входных данных и формирование кодов команд РО реализовано циклической последовательной проверкой условий, описанных в проекте. Проверка каждого условия осуществляется независимо от других.

В качестве аргументов в условии описано множество входных сигналов в прямой или инверсной логике.

При выполнении условия формируются и передаются сообщения с командами РО в соответствии с интервалом между ними (определяются конкретным проектом для каждого условия).

Количественные характеристики:

- количество условий определяется проектом;
- количество аргументов в каждом условии определяется проектом;
- периодичность проверки всех условий: 1 с.

3.6. Обмен данными с МЦОС (сервис agr)

Сервис поддерживает протоколы обмена с МЦОС из состава основного БСОД. Размер исполняемого файла сервиса agr ~157 кб, используемая память ~4.3 мб.

Сервис agr реализует:

- промежуточную буферизацию команд РО;
- контроль исполнения команд РО по полученным статусам исполнения команд от МЦОС.

3.7. Протоколирование работы (сервис log)

Протоколируемые данные формируются сервисами, реализующими свою целевую функциональность, передаются в формате сообщений посредством UDP-датаграмм и сохраняются в двоичных файлах протоколов в соответствии с типами данных.

В протоколах сохраняются:

- все входные данные по типам (ТС, перегоны);
- принятые по сети КП диспетчерского круга команды ТУ, ОТУ;
- ответы выполнения команд ТУ, ОТУ (РТ);
- выполненные условия команд РО;
- переданные в МЦОС команды РО, а также статусы их исполнения;
- аварийные ситуации.

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.

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.

Параметры сообщения представлены в таблице 3.

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

4.2. Топология задачи КП, интегрированного в МПЦ

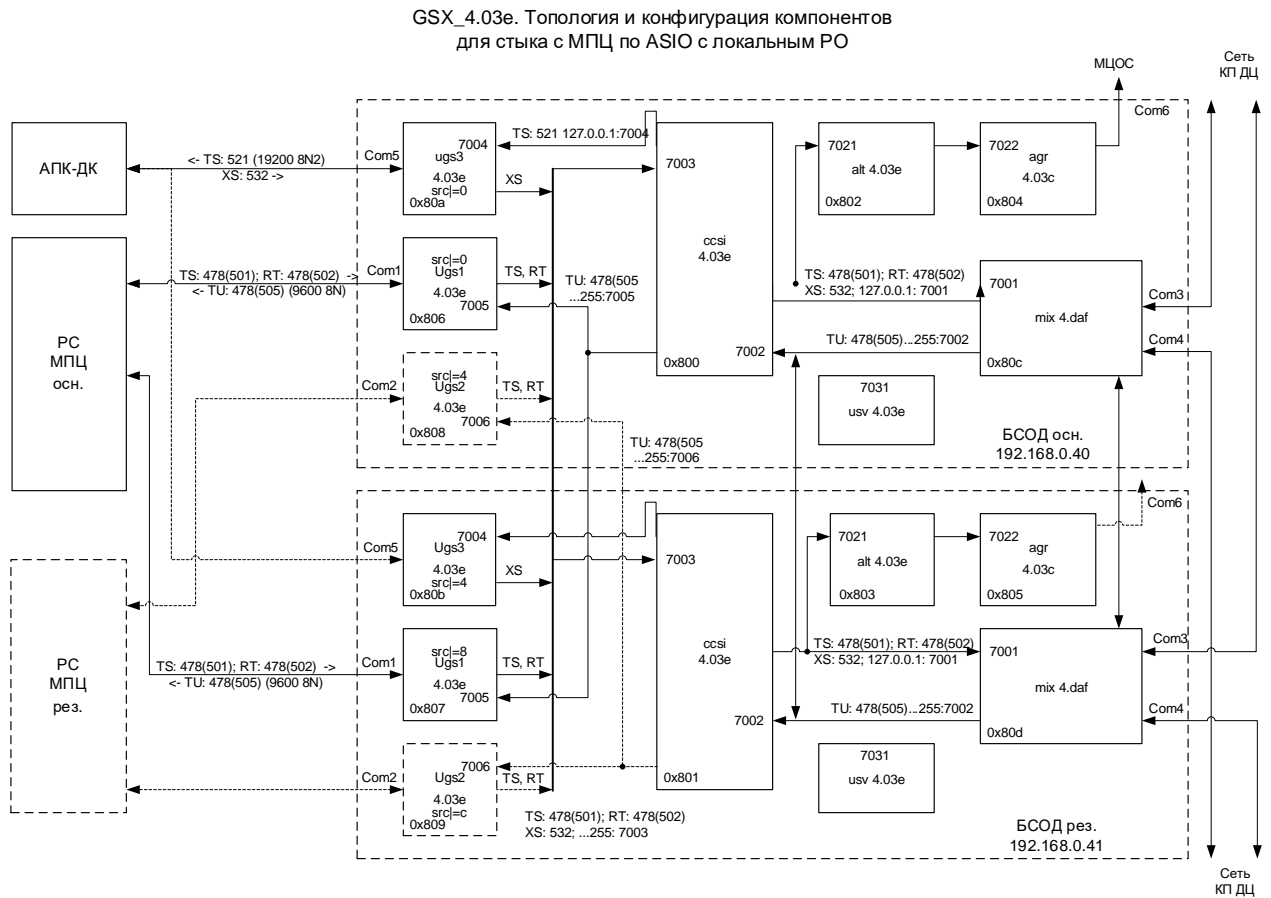


Рисунок 2 – топология и конфигурация компонентов для стыка с МПЦ

