

Утвержден

RU.ЖНКЮ.05093-01 13 01-ЛУ

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ СВЯЗИ ЦИФРОВОЙ
РАДИОРЕЛЕЙНОЙ МИК-РЛ Р500

Встраиваемое программное обеспечение устройства приема-передающего ППУ Р500

Описание программы

RU.ЖНКЮ.05093-01 13 01

Листов 9

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

2025

Изм.	Подп.	Дата
------	-------	------

"3-17"
Литера "О₁"

АННОТАЦИЯ

Настоящий документ является описанием встраиваемого программного обеспечения устройства приема-передающего ППУ Р500 RU.ЖНКЮ.05093-01 (далее – программа).

Программа является частью программного комплекса для управления системой связи цифровой радиорелейной МИК-РЛ Р500 RU.ЖНКЮ.05035-01.

Основная часть документа содержит общие сведения о функциональном назначении, описание архитектуры и логической структуры, сведения об используемых технических средствах, описание модулей.

<i>Изм.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения	4
1.1. Обозначение и наименование программы	4
1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы	4
1.3. Языки программирования, на которых написана программа	4
2. Функциональное назначение.....	4
3. Описание логической структуры	5
3.1. Алгоритмы программы.....	5
3.2. Используемые методы.....	6
3.3. Структура программы	6
3.4. Описание логической структуры программы	7
4. Используемые технические средства.....	8
5. Вызов и загрузка	8
6. Входные и выходные данные.....	8

<i>Изм.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Обозначение и наименование программы

1.1.1. Наименование программы – "Встраиваемое программное обеспечение устройства приема-передающего ППУ Р500 RU.ЖНКЮ.05093-01".

1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы

1.2.1. Для запуска и работы программы не требуется дополнительное программное обеспечение (далее – ПО).

1.3. Языки программирования, на которых написана программа

1.3.1. Языки программирования, на которых написана программа – C/C+, SystemVerilog.

1.3.2. Для работы программы на приемо-передающем устройстве (далее – ППУ) запускается операционная система FreeRTOS.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Программа предназначена для преобразования цифрового потока в аналоговый сигнал и передачи его по радиоканалу, приема аналогового сигнала из радиоканала и преобразования его в цифровой.

2.2. Программа состоит из отдельных модулей, которые решают определенный класс задач в рамках общей системы программы:

- модуль настройки и конфигурирования;
- модулятор;
- демодулятор;
- скремблер;
- модуль, отвечающий за работу в режиме XPRIS¹⁾;
- модуль, отвечающий за работу в режиме с пространственным разнесением;
- модуль, отвечающий за связь с модулем доступа.

2.3. Функциональное ограничение на применение – связь с модулем доступа по проприетарному протоколу.

¹⁾XPRIS – подавление кроссполаризационной интерференции.

Изм.	Подп.	Дата

3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

3.1. Алгоритмы программы

3.1.1. Алгоритм старта программы приведен на рис. 1.



Рис. 1

Изм.	Подп.	Дата

3.2. Используемые методы

3.2.1. Используемые методы основаны на возможностях аппаратных модулей станции, на которых запущена программа. Протоколы передачи данных второго и последующих уровней реализованы по соответствующим стандартам.

3.3. Структура программы

3.3.1. Структура программы показана на рис. 2.

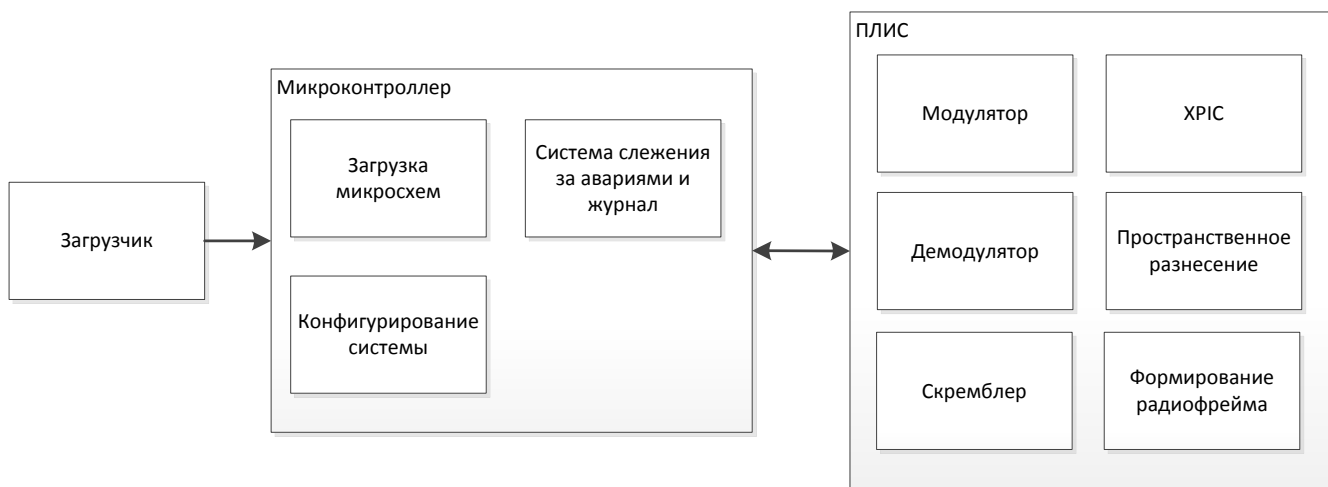


Рис. 2

3.3.2. Программа является модульной системой, каждый модуль реализует свою функцию. Команды управления проходят синтаксический анализ, затем вызываются интерфейсные методы компонентов, необходимые для выполнения команды.

3.3.3. Функции, выполняемые модулями программы:

- включение и настройка микросхем, конфигурирование в соответствии с командами управления;
- модулирование передающего сигнала;
- демодулирование принимаемого сигнала;
- скремблирование и расскремблирование передаваемой и принимаемой информации;
- функция, обеспечивающая работу в режиме ХРИС;
- функция, обеспечивающая работу в режиме с пространственным разнесением;
- функция связи с модулем доступа;
- формирование радиотрейма.

Изм.	Подп.	Дата

3.4. Описание логической структуры программы

3.4.1. Логическая структура микроконтроллера:

- Config – настройки-модификации ППУ, в соответствии с выбранной в памяти EEPROM при программировании ППУ. Модификация содержит основные параметры ППУ;
- Devices – отвечает за работу с логическими устройствами. Исполняет команды по переконфигурированию оборудования. Изменяет параметры ППУ (частоту, мощность, включение/выключение и т.п.) в соответствии с прописанным алгоритмом;
- Diag – система диагностики состояния ППУ, которая опрашивает и следит за состоянием микросхем, уровнями напряжений и т.п.;
- Events – система событий, прерывания и т.п., основанная на Diag и прописанных алгоритмах срабатывания;
- Flash – блок, отвечающий за запись и хранилище калибровок, настроек, прошивок;
- Hardware – содержит сведения об аппаратной части, синтезаторах, аттенюаторах и т.п., которые нужны для работы Devices;
- Interfaces – интерфейсы до внутренних устройств, флеш-накопителя, управление периферийными устройствами и т.п.;
- Measure – измерение всех параметров, таких как уровни на входе/выходе, отношение сигнал/шум (SNR), количество ошибок (FEC) и т.п., необходимых для работы внутренних алгоритмов программы и работы Events;
- Tm – обеспечивает работу телеметрии в радиоканале tx_upsample;
- Xpic – алгоритм работы в режиме XPIC и телеметрия между ППУ.

3.4.2. Логическая структура программируемой логической интегральной схемы (далее – ПЛИС):

- asu_optic – отвечает за интерфейс связи с модулем доступа;
- encoder – отвечает за кодирование в канале передачи данных;
- modulator – отвечает за модулирование передаваемого сигнала;
- tx_upsample – отвечает за сопряжение ПЛИС и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП);
- xpic_optic_stream – реализует интерфейс сопряжения с другим ППУ в режиме XPIC;
- demodulator – отвечает за демодулирование принимаемого сигнала;
- Decoder – отвечает за декодирование в приемном канале.

Изм.	Подп.	Дата

4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

4.1. Программа работает только на специализированной плате с установленным на ней микроконтроллером и ПЛИС.

5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

5.1. Загрузка и запуск программы осуществляется способами, приведенными в инструкции по настройке к ППУ.

6. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

6.1. Входными данными являются данные о рабочей конфигурации от модуля доступа. Выходными данными являются данные телеметрии и сигналы аварий для модуля доступа.

<i>Изм.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>

[illegible]