

УТВЕРЖДЕН
РОФ.НФДР.468369.006-02 31 01-
ЛУ

Управляющее ПО Блока управления BuMtraC

Описание применения
РОФ.НФДР.468369.006-02 31 01

Листов 10

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

АННОТАЦИЯ

Настоящий программный документ содержит описание применения Управляющего ПО Блока управления BuMtraC (далее – программа).

В разделе «Назначение программы» приведено описание назначения программы, ее возможности, а также ее основные характеристики и ограничения, накладываемые на область применения программы.

В разделе «Условия применения» приведены условия, необходимые для выполнения программы (требования к необходимым для данной системы техническим средствам, и другим программам, общие характеристики входной и выходной информации).

В разделе «Описание задачи» дано определение задачи, поставленной перед программой, и описаны методы ее решения.

В разделе «Входные и выходные данные» приведены сведения о входных и выходных данных.

Оформление программного документа «Описание применения» выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 19.502-78¹.

¹ ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение программы.....	4
1.1. Назначение программы	4
1.2. Возможности программы.....	4
1.3. Основные характеристики программы.....	4
1.4. Ограничения на область применения программы.....	5
2. Условия применения.....	5
2.1. Требования к техническим средствам	5
2.2. Требования к программным средствам	6
3. Описание задачи	7
3.1. Определение задачи.....	7
3.2. Методы решения задачи.....	7
4. Входные и выходные данные.....	8
4.1. Входные данные.....	8
4.2. Выходные данные	9

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1.1. Назначение программы

Программа предназначена для установки на блок управления BuMtraC самоходной роботизированной сельскохозяйственной машины (далее – машина) и обеспечивает автономное выполнение машиной эксплуатационного задания. Взаимодействие оператора с программой реализовано через графический интерфейс с сенсорным управлением.

1.2. Возможности программы

Программа обеспечивает полный цикл управления роботизированной платформой: от приема задания от оператора до его автономного исполнения с непрерывным мониторингом состояния машины.

Программа выполняет следующие функции:

- получение эксплуатационного задания;
- считывание измерений датчиков машины;
- расчет управляющих сигналов машины.

1.3. Основные характеристики программы

1.3.1. Временные характеристики

Программа функционирует в режиме реального времени.

1.3.2. Режим работы

Программа запускается при подаче электропитания на машину и может работать в круглосуточном непрерывном режиме до момента выключения сети.

Основные характеристики программы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики программы

Наименование параметра	Значение
Минимальный объем дисковой памяти	500 Мб
Минимальный объем оперативной памяти	16 Гб
Объем накапливаемой информации	До 80 Гб

1.4. Ограничения на область применения программы

Программа является специальным программным обеспечением, предназначенным для установки в блок управления BuMtraC машины.

2. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Требования к техническим средствам

Программа устанавливается в блок управления BuMtraC машины (рисунок 1), в состав которого должен входить вычислитель со следующими минимальными характеристиками:

- встроенный процессор CPU: не менее 8 ядер ARM Cortex-A78AE;
- производительность AI-вычислителя: не менее 100 000 млрд операций в секунду;
- операционная система: Ubuntu 20.04 LTS (64-bit);
- оперативная память: не менее 8 ГБ;
- постоянная память: не менее 128 ГБ SSD;
- интерфейсы: USB 3.0, CAN (встроенный или USB-CAN адаптер), Ethernet, UART, I2C, SPI;
- сетевые интерфейсы: Wi-Fi 802.11ac (5 ГГц) и/или Ethernet 100/1000 Мбит/с;
- потребляемая мощность: не более 30 Вт (типовая).



Рисунок 1 – Блок управления BuMtraC

2.2. Требования к программным средствам

Для функционирования программы необходимо программное окружение. В таблице 2 приведены минимальные требования к программному окружению.

Таблица 2 – Требования к программным средствам

Наименование программного обеспечения	Минимальная версия
Uubuntu (программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений)	18.04
Драйвера L4T (драйвер видеокарты)	
docker (ПО для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации)	20.10.7
docker-compose (инструмент для одновременного запуска нескольких docker -контейнеров)	1.11.2

3. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

3.1. Определение задачи

Программа решает следующие классы задач:

- автономное управление машиной — планирование и исполнение маршрута движения без участия оператора на основании заранее заданного задания;
- навигация и локализация — определение текущего положения машины в пространстве, построение маршрута, следование по траектории с контролем препятствий;
- телеметрия и мониторинг — непрерывный сбор, обработка и передача телеметрических данных (состояние датчиков, параметры машины, видеоданные) оператору в реальном времени;
- дистанционное управление — обеспечение возможности ручного управления машиной оператором через пользовательский интерфейс посредством виртуального джойстика;
- взаимодействие с исполнительными механизмами — передача управляющих воздействий (скорость, направление, включение агрегатов) на контроллеры приводов по CAN-шине;
- предоставление пользовательского интерфейса — отображение состояния машины, карты маршрута, видеопотоков и управление заданиями через веб-браузер.

3.2. Методы решения задачи

Методы, используемые для решения задач, приведены в таблице 3.

Таблица 3 — Используемые методы

Метод	Применение
Дерево поведения	Организация высокоуровневой логики автономного поведения машины: последовательность задач, обработка ошибок, переключение режимов (автономный / ручной)
Publish/Subscribe	Основной механизм межпроцессного взаимодействия подпрограмм бортовой системы: данные датчиков, команды управления, состояние системы передаются через именованные каналы без жесткой связи компонентов

Метод	Применение
Асинхронный вызов с отслеживанием прогресса	Долгосрочные задачи с обратной связью (навигация к точке, исполнение задания) реализованы через механизм асинхронных действий с поддержкой отмены и уведомления о статусе
Глобальное планирование маршрута	Подпрограмма глобального планирования строит оптимальный путь от текущего положения до целевой точки
Локальное управление движением	Подпрограмма локального управления вычисляет управляющие скорости в реальном времени с учетом динамических препятствий и кинематических ограничений платформы
Локализация	Определение положения машины на карте посредством объединения данных GNSS, IMU, решения навигации по лидарной карте и одометрии приводов с применением расширенного фильтра Калмана
CAN-протокол обмена	Передача управляющих команд и прием телеметрии от бортовых систем по стандарту CAN 2.0
WebSocket	Организация двустороннего обмена данными в реальном времени между сервером пользовательского интерфейса и браузером оператора для передачи телеметрии и приема команд
REST API (HTTP)	Управление заданиями, конфигурирование параметров, загрузка маршрутов — посредством HTTP-запросов к серверу

4. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

4.1. Входные данные

Входными данными для программы являются:

- видеопоток, поступающий с камер;
- данные, поступающие с лидаров;
- данные поступающие от блока управления актуацией;
- команды, получаемые от пользователя посредством пользовательского интерфейса
- информация о заданиях и зонах работы от удаленного сервера.

4.2. Выходные данные

Выходными данными для программы являются:

- траектория задания для исполнения;
- положение машины на карте;
- параметры качества исполнения задания;
- индикация параметров состояния машины.

[illegible]