

УТВЕРЖДЕН

РОФ.НФДР.62.01.29.002-01 34 01-ЛУ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
«TramPilot»

Руководство оператора
РОФ.НФДР.62.01.29.002-01 34 01

Листов 16

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

АННОТАЦИЯ

Настоящий программный документ представляет собой руководство оператора программного обеспечения «TramPilot» (далее – программа).

В разделе «Назначение программы» указаны назначение и функции, выполняемые программой.

В разделе «Условия выполнения программы» приведены условия, необходимые для работы программы (требования к техническим и программным средствам).

В разделе «Выполнение программы» приведены подробные описания выполнения функций программы.

Оформление программного документа «Руководство оператора» выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 19.505-79¹.

¹ ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению

СОДЕРЖАНИЕ

1	Назначение программы.....	4
1.1	Назначение программы	4
1.2	Описание функций программы	4
2	Условия выполнения программы	5
2.1	Требования к техническим средствам	5
2.2	Требования к программным средствам	6
3	Выполнение программы	7
3.1	Включение программы.....	7
3.2	Работа с программой	9
3.2.1	Общий порядок работы с системой	9
3.2.2	Выбор профиля скорости.....	9
3.2.3	Режим автоторможения перед запрещающим сигналом светофора.....	10
3.2.4	Режим ограничения скорости.....	12
3.2.5	Режим автоторможения при обнаружении на пути движения объектов типа трамвайный вагон, транспортное средство, человек	13
3.2.6	Установка правила реагирования системы на опасную ситуацию для всех включенных режимов	14
3.2.7	Регулировка чувствительности срабатывания системы	15
3.3	Обновление программы	15
3.4	Действия при отказах программы.....	15
3.5	Выключение программы	15

1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

1.1 Назначение программы

Программа предназначена для установки в вычислительный блок системы обеспечения активной безопасности и помощи водителю трамвая (далее – система) и обеспечивает управление системой.

1.2 Описание функций программы

Программа выполняет следующие функции:

- обеспечение соблюдения безопасного скоростного режима – недопущение превышения водителем заранее заданного (внесенного в систему) профиля скорости;
- подача предупреждения о запрещающем сигнале светофора, при движении по маршруту, и плавное снижение скорости трамвайного вагона, вплоть до полной остановки, при отсутствии надлежащих действий со стороны водителя;
- подача предупреждения, при обнаружении на пути движения трамвайного вагона, транспортного средства или человека, с которым имеется опасность столкновения, и снижение скорости трамвайного вагона, вплоть до полной остановки, при отсутствии надлежащих действий со стороны водителя;
- передача на сервер логов и телеметрии в формате json.

2 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1 Требования к техническим средствам

Минимальные характеристики вычислительного блока:

- встроенный процессор CPU: не менее 4 ядра ARM Cortex-A53;
- графический сопроцессор: не хуже ARM Mali-T860MP4;
- производительность TPU вычислителя: не менее 21000 млрд. операций/с;
- вспомогательный MCU: не менее 1 ядра ARM Cortex-M4;
- интерфейс связи: Ethernet, не менее 100Base-T; CAN;
- возможность работы одновременно с 2 блоками курсового слежения моно;
- постоянное запоминающее устройство, не менее: SSD 64 Гбайта.

Характеристики видеокамеры блока камер:

- разрешение сенсора: 2,6 (2048x1280) Мп;
- частота кадров: до 45 fps;
- динамический диапазон: до 140 дБ (HDR RAW Output, до 24-bit);
- цветность: цветная в видимом диапазоне цветов;
- формат видео данных: RAW12, RAW16;
- интерфейс передачи данных: FPDLink-III;
- тип объектива: M12x0,5 (S-Mount), HFoV 123°.

Характеристики блока навигации:

- поддержка сетей сотовой связи: HSPA+/HSDPA/UMTS/EDGE/GSM;
- LTE модем: LTE-FDD/LTE-TDD/UMTS/ HSDPA/HSUPA/HSPA+/GSM/GPRS/EDGE;
- диапазоны ГНСС: GPS/QZSS L1C/A, L2C ГЛОНАСС L1OF, L2OF BeiDou B1I, B2I Галилео E1B/C, E5b;
- число каналов: 184 шт.;
- частота обновления: 10 Гц;
- коэффициент усиления антенны ГНСС, не менее: 3 дБи;
- коэффициент усиления антенны 2G/3G/4G, не менее: 2,3 дБи;
- коэффициент усиления антенны LoRa, не менее: 0,7 дБи;
- объем внутреннего хранилища: 7 Гб;
- поддержка сим-карт типоразмера microSIM;
- интерфейс взаимодействия: Ethernet, не менее 100Base-T.

Характеристики универсального радара CPRR24.L:

- несущая частота: 24,150 ГГц;
- мощность излучаемого сигнала: не более 10 дБм;
- полоса сигнала: 200 МГц;
- максимальная дальность действия: 250 м;
- минимальная дальность действия: 0,5 м;

- точность оценки дальности: $\leq 0,2$ м, до 100 м, ЭПР 10 м^2 ;
- сектор обзора по азимуту:
 - а) 120° , до 100 м, ЭПР 10 м^2 ;
 - б) 90° , до 250 м, ЭПР 10 м^2 ;
- точность оценки угла: 1° ;
- точность оценки скорости: $\pm 0,4$ км/ч;
- интерфейс передачи данных и питания (гнездо M12, IP67): Ethernet (PoE).

2.2 Требования к программным средствам

В таблице 1 приведены минимальные требования к программным средствам.

Таблица 1 – Требования к программным средствам

Наименование программного обеспечения	Минимальная версия
Ubuntu (программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений)	18.04
Драйвер L4T (драйвер видеокарты)	
docker (ПО для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации)	19.03
docker-compose (инструмент для одновременного запуска нескольких docker -контейнеров)	1.28.5
В составе docker -образа:	
Ubuntu (программно-аппаратная архитектура параллельных вычислений)	18.04+
CUDA Toolkit (фреймворк для вычислений на GPU)	10.2+
cuDNN (ускоренная на GPU библиотека примитивов для свёрточных нейронных сетей)	7.6.5+
TensorRT (высокопроизводительный ускоритель инференса нейронных сетей)	7.1.3+
OpenCV (библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения)	3.4.9

3 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1 Эксплуатационные ограничения системы

Качество работы системы может снизиться при ее эксплуатации в следующих условиях:

- низкая освещенность (менее 15 люкс);
- прямой солнечный свет приводящий к засветке видеокамер;
- атмосферные явления (туман, дождь, снег, пыль и т.п.) ограничивающие видимость (прямая видимость менее 75 м);
- скорость движения более 40 км/ч.

3.2 Использование системы

В зависимости от исполнения системы могут быть различия в дизайне программного интерфейса или расположении программных кнопок управления системой. Далее приводится описание в соответствии с модификацией НФДР.468367.001.

3.3 Включение программы

Включение системы выполняется автоматически после включения сети электропитания трамвайного вагона. После загрузки системы, на панели пульта водителя станут доступны кнопки управления системой (см. рисунок 1 и таблицу 2).

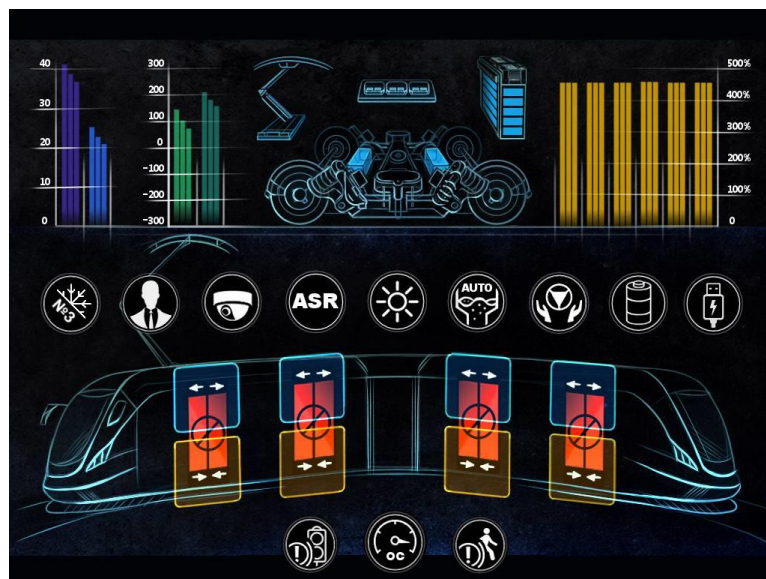


Рисунок 1 – Кнопки управления системой

Таблица 2 – Описание кнопок управления системой

Позиция	Вид	Описание
1		Выбор профиля скорости
2		Управление режимом автоторможения перед запрещающим сигналом светофора
3		Управление режимом ограничения скорости
4		Управление режимом автоторможения при обнаружении на пути движения объектов типа трамвайный вагон, транспортное средство, человек
5		Общий индикатор состояния работы системы (Опционально, один из представленных вариантов)

3.4 Работа с программой

3.4.1 Общий порядок работы с системой

Общий порядок работы с программой следующий:

1) Выбрать с помощью кнопки  профиль скорости, соответствующий текущим погодным условиям (см. п. 3.4.2).

2) Выбрать с помощью кнопки  необходимый статус режима автоторможения перед запрещающим сигналом светофора: выключено (белый), включено (зеленый) или временно отключено (синий) (см. п. 3.4.3).

3) Выбрать с помощью кнопки  необходимый статус режима ограничения скорости: выключено (белый), включено (зеленый) или временно отключено (синий) (см. п. 3.4.4).

4) Выбрать с помощью кнопки  необходимый статус режима автоторможения при обнаружении на пути движения объектов (трамвайный вагон, транспортное средство, человек): выключено (белый), включено (зеленый) или временно отключено (синий) (см. п. 3.4.5).

5) Установить с помощью кнопки  (располагается в правом подлокотнике кресла водителя) правило реагирования системы на опасную ситуацию для всех включенных режимов (см. п. 3.4.6).

6) При необходимости, отрегулируйте чувствительность срабатывания системы (см. п. 3.4.7).

7) Для разблокировки тормозной системы после срабатывания автоторможения до полной остановки трамвайного вагона, необходимо перевести контроллер водителя в тормозную позицию.

3.4.2 Выбор профиля скорости

Для каждого маршрута предусмотрено три типа профиля скорости в зависимости от погодных условий. Для выбора необходимого типа следует нажать на кнопку  один или последовательно несколько раз, пока она не изменится на соответствующий статусу (см. таблицу 3).

Таблица 3 – Типы профиля скорости

Изображение	Тип	Комментарии
	Сухо	Рекомендуется для сухой погоды
	Мокро	Рекомендуется при осадках или вероятности их возникновения
	Гололед	Рекомендуется при отрицательных температурах или вероятности возникновения гололеда

3.4.3 Режим автоторможения перед запрещающим сигналом светофора

Режим может быть выключен (белый), включен (зеленый) или временно отключен (синий). Для смены статуса режима следует нажать на кнопку  один или последовательно несколько раз, пока она не изменит цвет на соответствующий статусу (см. таблицу 4).

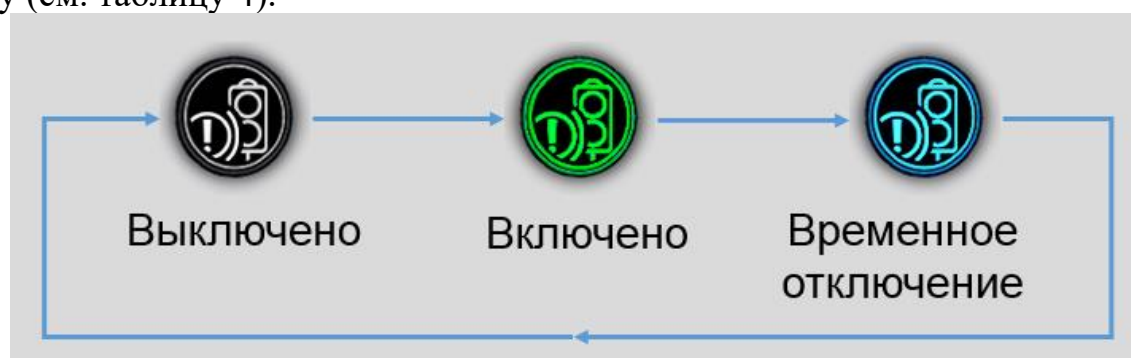


Рисунок 2 – Последовательность ручного переключения

Таблица 4 – Статус режима автоторможения перед запрещающим сигналом светофора

Изображение	Статус	Комментарии
	Режим не активен	Кнопка горит белым, если трамвайный вагон движется по маршруту, не внесенному в систему или в случае ручного отключения
	Опасности нет	Включение режима происходит автоматически при движении по маршруту, внесенному в систему. Если кнопка горит зеленым, то система работает штатно, при этом запрещающего сигнала светофора не выявлено
	Временное отключение	При необходимости временного отключения нажмите на кнопку, чтобы она стала синей. Произойдет временное отключение режима на 60 секунд. Если нажать на синюю кнопку, то режим отключится, и кнопка станет белой
	Впереди опасность	Предупреждение о запрещающем сигнале светофора, при этом система не вмешивается в управление ходовой позицией
	Возможно столкновение	Предупреждение о наличии запрещающего сигнала светофора, при этом система выполняет автоматическое торможение. Для разблокировки тормозной системы после срабатывания автоторможения до полной остановки трамвайного вагона, необходимо перевести контроллер водителя в тормозную позицию
	Ошибка	Сбой в работе

3.4.4 Режим ограничения скорости

Режим может быть включен, выключен или временно отключен (60 секунд). Для смены статуса режима следует нажать на кнопку  один или последовательно несколько раз, пока она не изменит цвет на соответствующий статусу (см. таблицу 5).

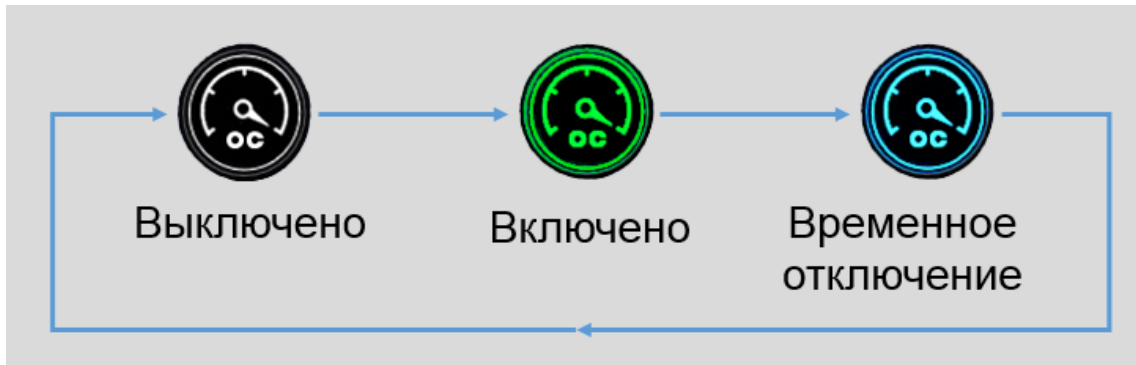


Рисунок 3 – Последовательность ручного переключения

Таблица 5 – Статус режима ограничения скорости

Изображение	Статус	Комментарии
	Режим не активен	Кнопка горит белым, если трамвайный вагон движется по маршруту, не внесенному в систему или в случае ручного отключения
	Режим активен	Включение режима происходит автоматически при движении по маршруту внесенному в систему. Если кнопка горит зеленым, то система работает штатно, при этом превышения скорости нет
	Временное отключение	При необходимости временного отключения нажмите на кнопку, чтобы она стала синей. Произойдет временное отключение режима на 60 секунд. Если нажать на синюю кнопку, то режим отключится, и кнопка станет белой
	Превышение скорости	При превышении заданной на маршруте скорости, система вмешивается в управление ходовой позицией и выполняет торможение до разрешенного значения
	Ошибка	Сбой в работе

3.4.5 Режим автоторможения при обнаружении на пути движения объектов типа трамвайный вагон, транспортное средство, человек

Режим может быть включен, выключен или временно отключен (на минуту). Для смены статуса режима следует нажать на кнопку  один или последовательно несколько раз, пока она не изменит цвет на соответствующий статусу (см. таблицу 6).

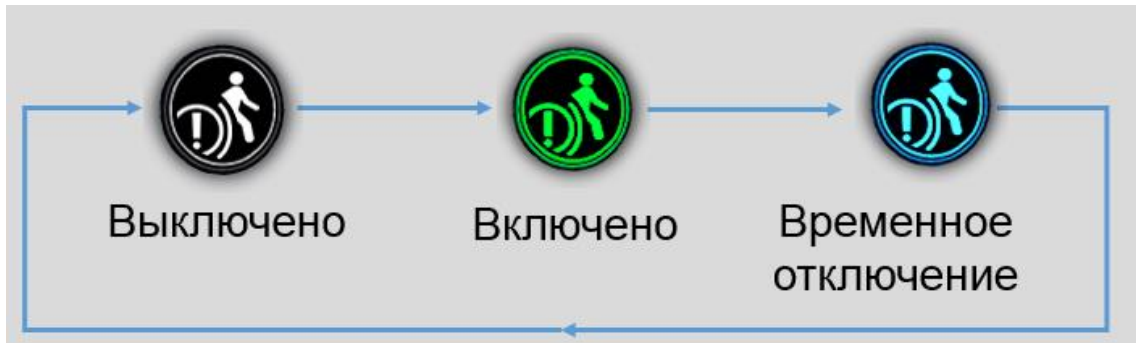


Рисунок 4 – Последовательность ручного переключения

Таблица 6 – Статус режима автоторможения при обнаружении на пути движения объектов типа трамвайный вагон, транспортное средство, человек

Изображение	Статус	Комментарии
	Режим не активен	Кнопка горит белым, если трамвайный вагон движется по маршруту, не внесенному в систему или в случае ручного отключения
	Опасности нет	Включение режима происходит автоматически при движении по маршруту, внесенному в систему. Если кнопка горит зеленым, то система работает штатно, при этом препятствия на пути движения нет
	Временное отключение	При необходимости временного отключения нажмите на кнопку, чтобы она стала синей. Произойдет временное отключение режима на 60 секунд. Если нажать на синюю кнопку, то режим отключится, и кнопка станет белой
	Впереди опасность	Предупреждение о препятствии на пути движения, при этом система не вмешивается в управление ходовой позицией

Изображение	Статус	Комментарии
	Возможно столкновение	Предупреждение о наличии препятствия на пути движения, при этом система выполняет автоматическое торможение. Для разблокировки тормозной системы после срабатывания автоторможения до полной остановки трамвайного вагона, необходимо перевести контроллер водителя в тормозную позицию
	Ошибка	Сбой в работе

3.4.6 Установка правила реагирования системы на опасную ситуацию для всех включенных режимов

Для установки правила реагирования системы на опасную ситуацию для всех включенных режимов нажмите на кнопку расположенную в правом подлокотнике кресла водителя (см. рисунок 5). Если кнопка горит синим цветом, то в случае выявления опасности, система выполняет автоторможение трамвайного вагона.

		Выключено. В случае выявления опасности система выводит только световую индикацию
		Включено. В случае выявления опасности система выполняет автоторможение

Рисунок 5 – Кнопка включения автоторможения

3.4.7 Регулировка чувствительности срабатывания системы

Для регулировки чувствительности срабатывания системы нажмите на кнопку , расположенную в левом нижнем углу экрана. В появившемся окне, с помощью ползунка, отрегулируйте чувствительность системы: вправо – увеличение чувствительности, влево – уменьшение (см. рисунок 6).

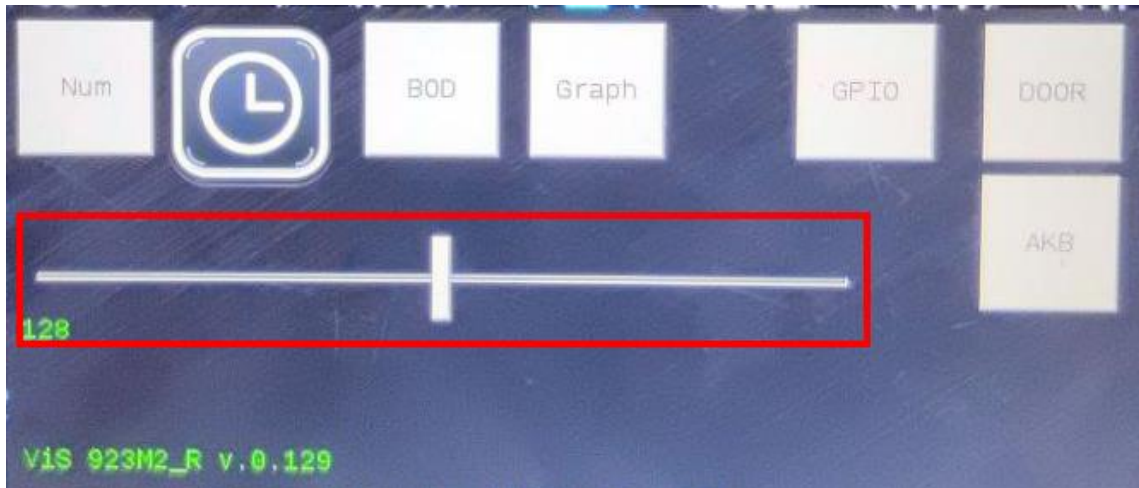


Рисунок 6 – Регулировка чувствительности срабатывания системы

3.5 Обновление программы

Обновление программы выполняется автоматически по беспроводной сети.

3.6 Действия при отказах программы

При возникновении отказа программы и невозможности его устранения путем перезапуска системы необходимо перевести программу на работу в режиме оповещения с помощью кнопки расположенной в правом подлокотнике кресла водителя (см. п. 3.4.6).

3.7 Выключение программы

Выключение программы выполняется автоматически после отключения сети электропитания трамвайного вагона.

[illegible]