

Программное обеспечение «TFM-БАС»

Инструкция по установке

1. Введение

Программное обеспечение (ПО, программа для ЭВМ, ПрЭВМ) «TFM-БАС» предназначено для выполнения полного спектра задач, связанных с эксплуатацией беспилотных авиационных систем (БАС) с воздушными судами типа VTOL-конвертопланов. В его задачи входят управление полетом, планирование и выполнение миссий, а также обеспечение безопасности полетов в общем воздушном пространстве.

ПО «TFM-БАС» включает в себя следующие программные части, функционирующие как единое целое, под условными названиями TFM-Logic, TFM-FMU, TFM-Pilot:

- TFM-Logic — программная часть ПО TFM-БАС, предназначенная для бортового управления и диагностики БВС (также – «модуль бортового управления»)
- TFM-FMU — программная часть ПО TFM-БАС, предназначенная для интеллектуального управления полётом БВС (также – «интеллектуальное ядро автопилота»)
- TFM-Pilot — программная часть ПО TFM-БАС, предназначенная для управления и визуализации состояния БВС (для наземной станции).

2. Установка ПО «TFM-БАС»

Программное обеспечение «TFM-БАС» предоставляется пользователю (заказчику, клиенту) в качестве программного обеспечения, предназначенного для развертывания на бортовых вычислительных комплексах беспилотных воздушных судов (БВС) и оборудовании наземной станции управления (НСУ) - заказчику предоставляются инструкция и ПО для установки ПО.

2.1. Установка программной части ПО «TFM-БАС», предназначенной для управления и визуализации состояния БВС (далее - TFM-Pilot)

Программная часть TFM-Pilot предназначена для централизованного управления и мониторинга беспилотных воздушных судов (БВС) через единую наземную станцию управления (НСУ), обеспечивая подготовку полётных заданий и контроль за выполнением миссии.

Минимальные системные требования:

- Операционная система: Linux (или аналогичная UNIX-подобная система, например, Ubuntu или Debian).
- Процессор: Intel i5 или эквивалентный.
- Оперативная память (RAM): не менее 8 ГБ.
- Накопитель: SSD объемом от 256 ГБ.
- Графика: обязательное наличие графического адаптера.

Процедура загрузки и установки:

Установка через графический интерфейс

- Извлеките файл TFM_Pilot.ApplImage из архива TFM-BAS.zip . После завершения загрузки откройте папку с файлом, кликните на нем правой кнопкой мыши и выберите «Свойства».
- В разделе разрешений установите флажок «Разрешить выполнение файла как программы».
- Дважды кликните по файлу TFM_Pilot.ApplImage, чтобы запустить приложение. Программа готова к работе, установка не требуется.
- При необходимости может быть установлен пакет libfuse2, gstreamer1.0-plugins-bad, gstreamer1.0-libav, gstreamer1.0-gl, libxcb-xinerama0, libxkbcommon-x11-0, libxcb-cursor-dev, а для интеграции ApplImage может быть дополнительно установлен ApplImageLauncher.

Установка через терминал

- Извлеките файл TFM_Pilot.ApplImage из архива TFM-BAS.zip. Перейдите в каталог, куда был скачан файл: `cd путь/к/папке`
- Сделайте файл исполняемым: `chmod a+x TFM_Pilot.ApplImage`
- Запустите программную часть командой `./TFM_Pilot.ApplImage`

- Для обеспечения стабильной работы, при необходимости установите пакеты libfuse2, gstreamer1.0-plugins-bad, gstreamer1.0-libav, gstreamer1.0-gl, libxcb-xinerama0, libxkbcommon-x11-0, libxcb-cursor-dev
- Для удобной интеграции ApplImage может быть установлен ApplImageLauncher (опционально).

2.2. Установка программной части ПО «TFM-БАС», предназначенной для бортового управления и диагностики БВС (далее - TFM-Logic)

Программная часть TFM-Logic реализует автономное выполнение полётных задач, диагностику и управление каналами связи на борту БВС.

TFM-Logic устанавливается на бортовом вычислительном модуле БВС (Companion Computer) под управлением Linux (Ubuntu/Debian).

Системные требования:

- Операционная система: Linux (Ubuntu/Debian)
- Процессор: 4-ядерный с тактовой частотой от 3.5 ГГц
- Оперативная память (RAM): от 16 ГБ DDR3 и выше
- Накопитель: SSD объемом от 100 ГБ
- Сеть: сетевая карта Gigabit Ethernet
- Порты: минимум 2 USB 3.0
- Интерфейс: RS-485 (встроенный или через адаптер)
- Программное обеспечение: предустановленный пакет ROS2 Iron (Apache License 2.0; <https://github.com/ros2/variants/blob/master/LICENSE>; <https://github.com/ros2/ros2>)

Процедура загрузки и установки:

Извлеките файл TFM-Logic из архива TFM-BAS.zip.

Установка через графический интерфейс:

- Откройте файл .deb двойным щелчком.
- Следуйте указаниям установщика и подтвердите установку паролем администратора.

Установка через терминал:

- Выполните: `sudo dpkg -i TFM-Logic.deb` для установки.
- При необходимости устраните зависимости: `sudo apt install -f`.

Рекомендуется для установки использовать `sudo apt install ./TFM-Logic.deb`.

2.3. Установка программной части ПО «TFM-БАС», предназначенной для интеллектуального управления полётом БВС (далее - TFM-FMU)

Программная часть TFM-FMU — интеллектуальная прошивка, управляющая динамикой полёта, навигацией и всеми исполнительными механизмами БВС.

Системные требования:

- Аппаратная платформа: совместимость с архитектурой STM32H7 или стандартизированные платформы PX4
- Операционная система: поддержка UNIX-подобных систем (по необходимости)

Загрузка и установка:

Извлеките файл TFM-FMU из архива TFM-BAS.zip, доступный по реквизитам, указанным выше. Методы установки прошивки:

Через `px_uploader` (BSD, https://github.com/PX4/PX4-Autopilot/blob/main/Tools/px_uploader.py, <https://github.com/PX4/PX4-Autopilot/blob/main/LICENSE>):

- Используйте `px_uploader.py` для загрузки прошивки по USB. Перед этим установите `pyserial` и предоставьте права на выполнение скрипта.

Через TFM-Pilot:

- Откройте вкладку "Firmware" в TFM-Pilot, выберите файл `.px4` и нажмите "Flash".d

Через ST-Link:

- Подключите программатор к контроллеру, используйте OpenOCD и последовательность команд (`init`, `reset`, `halt`, `program`, `verify`, `reset`, `run`) для загрузки `.bin` или `.elf` файлов.

Перед установкой обязательно выполните резервное копирование текущей прошивки и проверьте совместимость оборудования.

3. Эксплуатация ПО «TFM-БАС»

3.1. Программная часть ПО «TFM-БАС», предназначенная для управления и визуализации состояния БВС (TFM-Pilot)

Для запуска программной части TFM-Pilot используйте иконку на рабочем столе, меню приложений или команду через терминал.

3.2. Программная часть ПО «TFM-БАС», предназначенная для бортового управления и диагностики БВС (TFM-Logic)

TFM-Logic запускается автоматически при подаче питания на бортовой вычислительный модуль БВС (Companion Computer) и работает в фоновом режиме как часть авионики БВС. Для проведения диагностики, отладки или ручного взаимодействия с TFM-Logic, когда требуется более глубокий анализ его работы, может быть использован функционал TFM-Logic, который запускается из терминала командой: TFM-Logic.

3.3. Программная часть ПО «TFM-БАС», предназначенная для интеллектуального управления полётом БВС (TFM-FMU)

TFM-FMU функционирует на полётном контроллере с момента включения питания, обеспечивая управление сенсорикой, исполнительными механизмами и интеграцию с ROS2 и MAVLink. Мониторинг и настройка осуществляются через TFM-Logic или TFM-Pilot.

Дополнительная информация доступна в Руководстве пользователя ПО.