

Betaflight и ExpressLRS: практика 01-18

Методички

01. Программы: где что находится

Задача	Программа
Прошивка и настройка полётника	Betaflight App
Прошивка самого пульта	EdgeTX Buddy
Модели пульта, миксы, симулятор	EdgeTX Companion
Прошивка ELRS TX / RX	ExpressLRS Configurator
Настройки работающего ELRS	Пульт → SYS → ExpressLRS
Направление моторов в ESC	Betaflight → Motors , при поддержке ESC; иначе программа своего ESC

Betaflight

USB полётника → COM → Connect. В браузере — выбор устройства в запросе доступа.
Недостающие вкладки → **Expert Mode**.

Вкладка	Настройки
Firmware Flasher	Модель платы, версия, запись прошивки
Setup	Ориентация 3D-модели
Ports	UART: приёмник, GPS, управление VTX
Sensors	Акселерометр, барометр, ориентация платы
Configuration	PID loop, ARM angle, маячок и пищалка
Receiver	Serial / CRSF, порядок каналов, стики и AUX
Modes	AUX → ARM, режим полёта, BEEPER, PIT, PARALYZE
Motors	Протокол ESC, порядок и направление моторов
Video Transmitter	Таблица VTX, канал, мощность
OSD	Элементы, расположение, профили, предупреждения
Adjustments	AUX → переключение профилей OSD
Failsafe	HOLD, задержки, действие при потере связи
CLI	Команды Betaflight; save — запись и перезапуск

Companion

Меню	Назначение
Settings → Edit Settings → Radio Profile	Тип пульта, SD Structure path, Mode 2, AETR
File → Read Models and Settings from SD Path	SD-копия → документ
File → Save As	Документ → .etx
File → Write Models and Settings to SD Path	Документ → SD-копия
Radio → Read / Write Models and Settings...	Чтение / запись подключённого пульта
Edit Model	Model Setup, Inputs, Mixes, Outputs, Curves, Logical Switches
Edit Radio Settings	Общие настройки пульта
Simulate Radio	Реакция каналов и логика модели
Tools → Update components	Получение прошивки и ресурсов

Build / Download — файл. **Flash** — прошивка устройства. **Save** в Companion — файл .etx; **Write** — перенос настроек.

02. Определение железа и резервная копия

Что установлено

Устройство	Где определить
Полётник FC	Маркировка платы + CLI → version : target, версия
Пульт	Модель и ревизия корпуса; SYS → Info / Version : EdgeTX
Внутренний / внешний TX	Маркировка модуля; SYS → ExpressLRS : версия ELRS и диапазон
RX	Маркировка; Wi-Fi RX → 10.0.0.1 : target и версия
VTX	Маркировка → инструкция производителя: SmartAudio / Tramp, таблица мощности
ESC	Маркировка или Read Settings в программе ESC: модель, прошивка

Target — сборка под конкретное железо. При расхождении с маркировкой приоритет у модели и ревизии платы. **DFU / STM32 Bootloader** не определяет модель FC.

До изменений

1. Betaflight **CLI** → **diff all** → **Save to File**; отдельно **version**. Для полного списка — **dump all**.
2. Пульт **ON** → **USB данных** → **USB Storage** → копия содержимого SD. На TX16S Mk1/Mk2 USB данных сверху.
3. Companion: **Radio** → **Read Models and Settings from Radio** → **File** → **Save As** → **.etx**.

Возврат настроек

- Пульт: сохранённые **MODELS** и **RADIO** → SD; полная копия — для возврата остальных файлов.
- Companion: **File** → **Open** → **.etx** → **Radio** → **Write Models and Settings to Radio**.
- FC той же модели и версии: сохранённый CLI-текст → **CLI** → **save**. После смены версии настройки — по разделам, без вставки всего старого dump.

Betaflight CLI

```
version
diff all
```

Полная конфигурация вместо сокращённой:

```
dump all
```

03. Пульт и Companion: базовая настройка

Пульт EdgeTX

1. **MDL** долго → **Select Model** → свободное место → **Create Model**. На сенсорном экране: **Model Select** → +.
2. **MDL** → **Model Setup** → **Model Name** — имя модели.
3. **SYS** → **Radio Setup** → **Mode: 2; Default Channel Order: AETR**. Для существующей модели порядок задаётся в **Mixes**.
4. **SYS** → **Hardware** → **Calibration**: сначала центры, затем полный ход стиков и регуляторов, завершение калибровки.
5. **SYS** → **Hardware** → **Switches** — реальные типы: 2POS / 3POS / Toggle. **SH** обычно возвратный.
6. **MDL** → **Model Setup**: внутренний ELRS — **Internal RF: CRSF; External RF: Off**; внешний ELRS — наоборот.
7. **SYS** → **ExpressLRS** — меню модуля. **Loading** — активная модель и RF в пункте 6.

Каналы и свитчи: 11. От **Mixes** до функции **Betaflight**.

Companion 2.12.4 — SD-копия

1. **Settings** → **Edit Settings** → **Radio Profile** → **Radio Type** — свой пульт.
2. **SD Structure path** — корень SD-копии с папками **MODELS / RADIO; Default Stick Mode: Mode 2; Default Channel Order: AETR**.
3. **File** → **Read Models and Settings from SD Path**.
4. Модель → **Edit Model** → нужная вкладка. **Edit Radio Settings** — общие настройки.
5. **Simulate Radio** — движение каналов от стиков и свитчей.
6. **File** → **Save As** → **.etx**; **File** → **Write Models and Settings to SD Path** — запись в SD-копию.

Companion — подключённый пульт

1. Пульт **ON** → **USB данных** → **USB Storage**.
2. **Radio** → **Read Models and Settings from Radio**.
3. Модель → **Edit Model** → настройки → **File** → **Save As** → **.etx**.
4. **Radio** → **Write Models and Settings to Radio**.
5. USB отключён → **Channel Monitor** пульта: стики и свитчи меняют нужные CH.

Write ... to SD Path меняет выбранную папку. **Write ... to Radio** меняет данные подключённого пульта.

04. Прошивка полётника Betaflight

Версия задания: **4.5.5** или **2025.12.5**. Номер Betaflight App — версия программы на ПК, не прошивка FC.

Из интернета

1. **CLI → version; diff all → Save to File.**
2. **Disconnect → Firmware Flasher → Auto-detect.** Target соответствует маркировке платы.
3. **Firmware Version: 4.5.5 / 2025.12.5** — по варианту задания.
4. **Build Configuration: Radio Protocol: CRSF, Motor Protocol: DShot; GPS, VTX,** подходящий **OSD (SD)** для аналога или **OSD (HD)** для цифрового видео. Телеметрия CRSF включается в сборку вместе с протоколом.
5. **Full chip erase: ON → Load Firmware [Online] → Flash Firmware.**
6. Завершение записи → **Connect.** При запросе **Apply Custom Defaults → Apply.**
7. **CLI → version** — нужная версия и target; **Setup** — движение 3D-модели.

Из готового файла

1. Файл **.hex**, собранный для своей платы и нужной версии с функциями задания.
2. **Disconnect → Firmware Flasher → Load Firmware [Local] → .hex → Full chip erase: ON → Flash Firmware.**
3. Завершение → **Connect → Apply Custom Defaults**, если предложено → **CLI → version.**

Плата не подключается — DFU

1. USB отключён → **BOOT** удерживается → USB подключён → **BOOT** отпущен.
2. В приложении — **DFU.** Target — вручную по маркировке платы.
3. **Firmware Flasher → версия и функции → Load Firmware [Online] → Flash Firmware.** Для готового файла — **Load Firmware [Local].**
4. USB переподключён без **BOOT** → **Connect → CLI → version.**

Full chip erase стирает настройки. Дальнейшая настройка — 09, 11, 12.

Betaflight CLI

До прошивки:

```
version
diff all
```

После прошивки:

```
version
status
```

05. Прошивка пульта EdgeTX

EdgeTX и ELRS — разные прошивки. До записи — копия SD по 02.

Файл и способ

EdgeTX Buddy → версия → точная модель → **Download file**. Альтернатива: [релиз EdgeTX](#) → **Assets** → **firmware.zip** → файл своей модели.

Пульт	Файл и способы
STM32F4, например TX16S Mk1/Mk2	.bin: Buddy, SD + загрузчик, Companion
STM32H7, например TX16S Mk3 / TX15	.uf2: накопитель EDGETX_UF2 или Companion 2.12+

Вход в загрузчик зависит от корпуса: [таблица моделей](#). У TX16S — два горизонтальных триммера к центру + питание.

Buddy — STM32F4

1. Chrome / Edge → **Buddy** → **Radio firmware** → **модель и версия** → **Flash via USB**. Готовый .bin: **Local file** → **файл** → **Flash via USB**.
2. Пульт **OFF** → **USB данных**. На TX16S Mk1/Mk2 — верхний USB; экран в DFU тёмный.
3. **Add new device** → **STM32 BOOTLOADER** → **Connect** → **Next** → **Start flashing**.
4. Успешная запись → USB отключён → пульт **ON**.

SD и загрузчик — STM32F4

1. .bin → **SD:/FIRMWARE/**.
2. Пульт: **SYS** → **Storage / SD Card** → **FIRMWARE** → **файл** → **Enter** долго → **Flash bootloader**.
3. Пульт **OFF** → **загрузчик** → **Write Firmware** → **файл** → **Enter** долго по запросу экрана.
4. Завершение записи → **Exit**.

UF2 — STM32H7

1. Пульт **OFF** → **загрузчик** → **USB данных**. Для этого маршрута — USB-A → USB-C.
2. .uf2 своей модели → корень появившегося **EDGETX_UF2**.
3. Завершение копирования и индикатора записи → USB отключён → перезапуск.

EDGETX_UF2 — накопитель загрузчика; это не папка FIRMWARE на SD.

Companion

1. **Settings** → **Edit Settings** → **Radio Profile** → **Radio Type** — точная модель.
2. F4: **OFF** → **USB данных** → **DFU**. H7: загрузчик → USB → **EDGETX_UF2**.
3. **Radio** → **Write Firmware to Radio** → **файл своей модели** → **Write to TX**.
4. Завершение → USB отключён → пульт **ON**.

SD и проверка

- **Buddy** → **SD Card content** → **свой пульт / версия** → **комплект ресурсов** → **SD**. Папки **MODELS** / **RADIO** сохраняются из своей копии.
- **SYS** → **Info / About** → **VERS** — установленная версия; модели и назначения на месте.
- **SD Card warning** — комплект SD для установленной EdgeTX; правка номера в файле предупреждение не исправляет.

06. Внутренний ELRS TX

Только встроенный **ELRS**. Внутренний **4-in-1 / CC2500** прошивкой в ELRS не превращается.

Параметры

1. Пульт: **MDL → Model Setup → Internal RF: CRSF; External RF: Off.**
2. **SYS → ExpressLRS** — версия и диапазон.
3. **ExpressLRS Configurator → Official Releases: 3.5.5 → Device Category / Device** — внутренний TX своей модели и диапазона.
4. **Regulatory Domain** — прежний; **Binding Phrase** — как у RX.

Wi-Fi — работающий ELRS 3.x

1. Configurator: **Flashing Method: WiFi; SSID / Password: пусто → Build → сохранить firmware.bin / firmware.bin.gz.** .gz без распаковки.
2. Пульт: **SYS → ExpressLRS → WiFi Connectivity → Enable WiFi.**
3. Сеть **ExpressLRS TX**, пароль **expresslrs**.
4. **10.0.0.1 → Update → Choose File → прошивка → Update.**
5. Успешная запись → перезапуск TX.

TX уже подключён к домашнему Wi-Fi → ПК в той же сети → **elrs_tx.local** вместо **10.0.0.1**.

USB пульта — EdgeTX Passthrough

Поддерживаемая модель с внутренним ELRS; способ доступен в Configurator для выбранного Device. Для старого ELRS 2.x этот маршрут обходит отдельную подготовку Wi-Fi-разметки.

1. **SYS → Hardware → Serial Ports → USB-VCP: CLI.**
2. Пульт **ON → USB данных → USB Serial (VCP).**
3. Configurator: **Flashing Method: EdgeTXPassthrough → COM пульта → Flash.**
4. Успешная запись → USB отключён → перезапуск пульта.

Проверка: SYS → ExpressLRS → версия 3.5.5.

Lua: [релиз 3.5.5](#) → **elrsV3.lua → SD:/SCRIPTS/TOOLS/**. В Tools остаётся один пункт ExpressLRS, без дублирующего старого Lua.

07. Внешний ELRS TX

Обновление работающего ELRS 3.x → 3.5.5.

Общие настройки

1. Пульт: **MDL → Model Setup → Internal RF: Off; External RF: CRSF.**
2. **SYS → ExpressLRS** — версия и домен внизу экрана.
3. **ExpressLRS Configurator → Official Releases → 3.5.5.**
4. **Device Category / Device** — производитель, диапазон, модель и ревизия по маркировке TX.
5. **Regulatory Domain** — прежний домен; **Binding Phrase** — одинаковая у TX и RX.

Wi-Fi модуля

1. Configurator: **Flashing Method: WiFi; SSID / Password: пусто → Build → сохранить firmware.bin / firmware.bin.gz.** .gz без распаковки.
2. Пульт: **SYS → ExpressLRS → WiFi Connectivity → Enable WiFi.**
3. Сеть **ExpressLRS TX**, пароль **expresslrs.**
4. **10.0.0.1 → Update → Choose File → прошивка → Update → успешная запись → перезапуск TX.**

USB модуля

Для модулей с USB основного TX и поддержкой UART-прошивки.

1. Пульт **OFF** → внешний TX отдельно → USB модуля к ПК. Переключатель **TX/Backpack**, если есть: **TX**.
2. Configurator: **Flashing Method: UART → COM модуля → Flash.**
3. Успешная запись → USB отключён → TX в пульт → пульт **ON**.

Домашняя сеть

SSID уже сохранён в TX; ПК в той же сети.

1. Configurator: **Flashing Method: WiFi; SSID / Password: данные сети → Build → сохранить firmware.bin / firmware.bin.gz.**
2. Пульт: **SYS → ExpressLRS → WiFi Connectivity → Enable WiFi.**
3. **elrs_tx.local → Update → Choose File → прошивка → Update → успешная запись → перезапуск TX.**

Проверка: SYS → ExpressLRS → версия 3.5.5.

Target mismatch — неверный Device. **COM занят** — закрытие программы, использующей порт. **elrs_tx.local недоступен** — IP устройства **elrs_tx** в списке роутера.

Lua

1. [ExpressLRS 3.5.5](#) → **Assets → elrsV3.lua.**
2. Пульт **OFF** → SD в кардридер → файл в **SD:/SCRIPTS/TOOLS/** с заменой.
3. SD в пульт → **ON → SYS → Tools → ExpressLRS.**

08. ELRS RX

Прошивка ELRS 3.x → 3.5.5

Параметры ExpressLRS Configurator

1. **Official Releases** → 3.5.5.
2. **Device Category** — производитель и диапазон; **Device** — модель и ревизия RX по маркировке.
3. **Regulatory Domain** и **Binding Phrase** — как у TX. Домен пульта: **SYS** → **ExpressLRS**, внизу экрана.
4. **SSID / Password** — пусто.

Через Wi-Fi RX

1. **Flashing Method** → **WiFi** → **Build** → сохранить **firmware.bin** / **firmware.bin.gz**. .gz без распаковки.
2. Пульт **OFF** → USB полётника → около **60 с** → Wi-Fi RX.
3. Сеть **ExpressLRS RX**, пароль **expresslrs**.
4. **10.0.0.1** → **Update** → **Choose File** → файл прошивки → **Update**.
5. Сообщение об успехе → перезапуск RX.

Проверка: повторный Wi-Fi RX → **10.0.0.1** → версия **3.5.5**.

RX в домашней сети → ПК в той же сети → **elrs_rx.local**. **Target mismatch** → неверный Device.

Через USB полётника — Betaflight Passthrough

Порт RX и CRSF настроены по 09.

1. Betaflight: **Disconnect**, приложение закрыто → переподключение USB полётника. RX питается от USB; пульт **OFF**.
2. Configurator: **Flashing Method** → **BetaflightPassthrough** → **COM полётника** → **Flash**.
3. Сообщение об успехе → Configurator закрыт → переподключение USB → пульт **ON**.

Проверка: **SYS** → **ExpressLRS** → **Other Devices** → **RX** → версия **3.5.5**. Betaflight **Receiver**: стики → движение каналов.

09. Порты: RX, VTX, GPS

T3 / R3 → UART3. Номер UART — по контактам платы, не по номеру строки.

Устройство	Подключение	Ports
ELRS RX	TX приёмника → R полётника; RX приёмника → T	Свой UART → Serial RX: ON
Аналоговый VTX	SmartAudio / Tramp → T своего UART	Peripherals → VTX (TBS SmartAudio) или VTX (IRC Tramp) по VTX
GPS	TX GPS → R полётника; RX GPS → T	Sensor Input → GPS
Цифровой VTX с DisplayPort	TX ↔ RX, RX ↔ TX	Свой UART → VTX (MSP + DisplayPort) ; MSP включён

Ports → Save and Reboot. Serial RX — только на UART приёмника. USB VCP / MSP остаётся для связи с приложением.

RX

Receiver → Receiver Mode: Serial (via UART) → Serial Receiver Provider: CRSF → Save and Reboot.

Проверка: связанный пульт → **Receiver** — движение стиков и AUX.

GPS по заданию

1. **Ports → UART3 → Sensor Input: GPS.** Если UART3 занят — свободный UART, к которому подключён GPS.
2. Скорость GPS — по модулю; для u-blox с Auto Baud начальное значение **57600 → Save and Reboot.**
3. **GPS → GPS: ON**, если выключен. Для u-blox M8/M10: **Protocol: UBLOX; Auto Baud: ON; Auto Config: ON → Save and Reboot.**
4. **GPS** — данные модуля. **0 спутников в помещении** само по себе не означает неверный UART.

Модуль с NMEA → **Protocol: NMEA**, скорость по его настройке. В старом Configurator переключатель GPS и протокол — **Configuration → GPS.**

Betaflight CLI

Протокол RX и включение GPS; назначение UART — через Ports:

```
set serialrx_provider = CRSF
feature GPS
set gps_provider = UBLOX
set gps_auto_baud = ON
set gps_auto_config = ON
save
```

Проверка портов:

```
serial
```

10. Bind и проверка приёмника

TX и RX: **ELRS**, один диапазон, одна главная версия. ELRS 3.x и 4.x между собой не связываются. В задании — **3.5.5** на обоих.

Через Binding Phrase — без перепрошивки

1. TX: **SYS** → **ExpressLRS** → **WiFi Connectivity** → **Enable WiFi**.
2. Сеть **ExpressLRS TX**, пароль **expresslrs** → **10.0.0.1** → **Binding Phrase** → **фраза** → **Save** → **Reboot**.
3. Пульт **OFF**; RX включён, без связи около **60 с** → сеть **ExpressLRS RX**, пароль **expresslrs**.
4. **10.0.0.1** → **Binding Phrase** → **та же фраза** → **Save** → **Reboot**.
5. Пульт **ON** → **SYS** → **ExpressLRS** → **Model Match: Off**. RX выходит на связь.

При прошивке — одинаковое поле **Binding Phrase** в сборках TX и RX; отдельный Bind не нужен.

Кнопка Bind — ELRS 3.5.5, Betaflight 4.5+

1. **Receiver** → **Bind Receiver**.
2. Пульт: **SYS** → **ExpressLRS** → **Bind**.
3. Если команда через FC недоступна: RX **ON** → **OFF** → **ON** → **OFF** → **ON**, с короткими включениями; после третьего — двойное мигание → **Bind** на пульте.

Настройки ELRS для практики

SYS → **ExpressLRS**:

- **Packet Rate: 250Hz** для учебного комплекта 2.4 GHz; другой диапазон — доступная частота по заданию.
- **Switch Mode: Hybrid; Link Mode: Normal; Model Match: Off**.
- **Telem Ratio: Std** при настройке телеметрии.

Switch Mode меняется без связи с RX, при ARM OFF. Hybrid в ELRS 3.5.5 передаёт нужные AUX1-AUX6.

Проверка

Betaflight → **Receiver**: Roll, Pitch, Yaw, Throttle и все AUX реагируют на свои органы. Неподвижные **1500** не подтверждают bind.

Betaflight CLI

Вместо кнопки **Bind Receiver**:

bind_rx

11. Стики, свитчи, каналы, AUX и функции

Стик / свитч → Inputs → Mixes → CH → Outputs → Receiver → AUX → функция. Mixes может брать свитч напрямую, без Input. **AUX = CH – 4.**

Стики и миксы

1. Пульт **MDL → Inputs: Ail / Ele / Thr / Rud**, Weight **100**; Trim для дрона **OFF**.
2. **Mixes → канал → Edit → Source:**

Канал	Source	Betaflight
CH1	Ail	Roll
CH2	Ele	Pitch
CH3	Thr	Throttle
CH4	Rud	Yaw
CH5	SF, 2 позиции	AUX1
CH6	SA, 3 позиции	AUX2
CH7	SB	AUX3
CH8	SC	AUX4
CH9	SD	AUX5
CH10	Свободный 3-позиционный, например SG	AUX6

Для строк свитчей: **Weight 100, Offset 0, Switch пусто. Source** — сам свитч; поле **Switch** — условие включения строки, обычно не требуется.

SH возвратный и без среднего положения: при CH10 = SH напрямую доступны только два профиля OSD. Для трёх — 3-позиционный Source на CH10.

3. **Outputs:** направление канала; **Subtrim** — центр; **Min / Max** — границы.
4. **Betaflight → Receiver → Channel Map: AETR1234 → Save.**
5. **Receiver:** центры стиков **1500**, газ **1000-2000**; свитч 2POS — **1000 OFF / 2000 ON**, 3POS — **1000 / 1500 / 2000**. Коррекция границ — **Outputs → Min / Max**, направления — **Direction**.

Назначения в Betaflight

Modes → нужная функция → Add Range → AUX → диапазон → Save.

Функция	AUX	Диапазон
ARM	AUX1	1700-2100
ANGLE	AUX2	900-1300
BEEPER	AUX3	1700-2100
VTX PIT MODE	AUX4	1700-2100

AUX2 = 2000 → Acro: ANGLE и HORIZON неактивны; отдельной строки ACRO нет.

Вариант А, 4.5.5: постоянный Airmode **OFF**; **AIR MODE → AUX2 → 1300-1700; PARALYZE → AUX5 → 1700-2100**. Среднее положение — Acro с Airmode. PARALYZE блокирует ARM до перезапуска FC.

Вариант Б, 2025.12.5: **HORIZON → AUX2 → 1300-1700**; AUX5 — мощность VTX по 14. Строка PARALYZE отсутствует.

Оба варианта: AUX6 — три профиля через **Adjustments** → **OSD Profile Selection**, 15.

Проверка: Receiver — значения; Modes — подсветка нужных диапазонов. USB может блокировать сам ARM, но не проверку назначения.

Кривая и голосовая функция

- Кривая: **MDL** → **Curves** → **CV1** → **Mixes** → **нужный CH** → **Curve: Cstm / CV1**.
- Озвучка: **MDL** → **Special Functions** → **положение свитча** → **Play Track** → **файл** → **Enable**. Для всех моделей — **SYS** → **Global Functions**.
- Условие вместо физического свитча: **Logical Switches** → **L01** → **условие**; **L01** в поле **Switch** микса или функции.

Betaflight CLI

Для новой раскладки: команды заменяют строки Modes **0-5**. GUI AUX1 = CLI **0**.

Общие назначения:

```
map AETR1234
aux 0 0 0 1700 2100 0 0
aux 1 1 1 900 1300 0 0
aux 3 13 2 1700 2100 0 0
aux 4 39 3 1700 2100 0 0
```

Продолжение **A**:

```
feature -AIRMODE
aux 2 28 1 1300 1700 0 0
aux 5 45 4 1700 2100 0 0
save
```

Продолжение **Б**:

```
aux 2 2 1 1300 1700 0 0
aux 5 0 0 900 900 0 0
save
```

12. Полётник: датчики, ARM, маячок

Betaflight 4.5.5 / 2025.12.5, App 2026.6.2.

Настройки

1. **Setup** — движения 3D-модели совпадают с движениями платы.
При несовпадении: **Sensors** → **Sensor Hardware** → **Board Alignment** → **Roll / Pitch / Yaw** → **Save and Reboot**.
Горизонтальная плата: **Pitch 0**; верхом вверх — **Roll 0**, вверх дном — **Roll 180**. Стрелка вперёд / вправо / назад / влево — **Yaw 0 / 90 / 180 / 270**.
2. **Sensors** → **Sensor Hardware** → **Accelerometer: ON** → **Save and Reboot**.
3. Рама горизонтально и неподвижно → **Sensors** → **Accelerometer** → **Calibrate**. После калибровки **Setup** — модель горизонтальна.
4. **Sensors** → **Sensor Hardware** → **Barometer: OFF** → **Save and Reboot**.
5. **Configuration** → **System Configuration** → **PID loop frequency** — частота по заданию.
Если не задана — текущее значение.
6. **Configuration** → **Arming** → **Maximum ARM Angle [degrees]: 180**.
7. **Configuration** → **DSHOT Beacon Configuration** → **Beacon Tone: 5; RX_SET: ON; RX_LOST: ON**.
8. **Configuration** → **Beeper Configuration** → **RX_SET: ON; RX_LOST: ON** → **Save and Reboot**.

RX_SET — сигнал по BEEPER; **RX_LOST** — потеря связи.

Configurator 10.10.0: калибровка — **Setup** → **Calibrate Accelerometer**; барометр — **Configuration** → **System Configuration**.

Проверка: сохранённые значения; движения модели совпадают с платой.

Betaflight CLI

Барометр OFF, ARM 180°, маячок 5, RX_SET и RX_LOST:

```
set baro_hardware = NONE
set small_angle = 180
set beeper_dshot_beacon_tone = 5
beacon RX_SET
beacon RX_LOST
beeper RX_SET
beeper RX_LOST
save
```

13. Моторы: протокол, порядок, prop out

Настройки полётника

1. **Motors → Mixer: QUAD X** для обычного квадрокоптера.
2. **ESC/Motor Protocol** — поддерживаемый ESC: обычно **DSHOT300 / DSHOT600**, по заданию и железу. Для 8 kHz PID — **DSHOT600**.
3. **Motor direction is reversed: ON → Save and Reboot** — схема **prop out**.
4. **Motors** — стрелки наружу. Номера на схеме, вид сверху: **1 сзади справа; 2 спереди справа; 3 сзади слева; 4 спереди слева**.

Motor direction is reversed меняет схему в FC, но не направление самих ESC.

Направление и порядок самих моторов

Если ESC доступны и запитаны:

- **Motors → Reorder motors → Start**: позиция вращающегося мотора на схеме → следующий → сохранение.
- **Motors → Motor direction**: схема **Reversed / Props out**, направление каждого мотора по стрелкам → сохранение.
- Через программу ESC: **Read Settings → нужный ESC → Motor Direction: Normal / Reversed → Write Settings**. BLHeli_S / Bluejay — [ESC Configurator](#); AM32 — [AM32 Configurator](#).

На экзамене только USB: сохраняется настройка **prop out в FC**. Если ESC не питаются, их направление этим действием не изменяется.

Betaflight CLI

Только схема prop out в полётнике:

```
set yaw_motors_reversed = ON
save
```

Проверка:

```
get yaw_motors_reversed
get motor_pwm_protocol
```

14. Видео и VTX: канал, мощность, свитч

Протокол и таблица

1. **Ports** → **UART** управляющего провода → **Peripherals** → **VTX (TBS SmartAudio)** или **VTX (IRC Tramp)** — по модели VTX → **Save and Reboot**.
2. Таблица **VTX table JSON** — страница производителя своей модели.
3. **Video Transmitter** → **Load from file** → **JSON** → **Save**. Таблица в виде CLI-команд — **CLI** → блок **vtxtable** → **save**.

Цифровой VTX с DisplayPort — маршрут 09; SmartAudio / Tramp к нему не применяется.

R1 и минимальная мощность

1. **Video Transmitter** → **Band: R / RACEBAND** → **Channel: 1** → **Power: минимальная ступень таблицы** → **Save**.
2. Стандартный **R1 = 5658 MHz**; в очках — та же частота.
3. **Modes** → **VTX PIT MODE** → **AUX4** → **1700-2100** → **Save**. PIT — малая мощность, не отключение VTX.

Через пульт: **SYS** → **ExpressLRS** → **VTX Administrator** → **Band: R; Channel: 1; Pwr Lvl: минимальный** → **Send VTX**.

Проверка: сохранённые Band / Channel / Power. **Device Ready: Yes** — ответ запитанного VTX; без его питания ответ не ожидается.

Тумблер → мощность

Одна строка **vtx** — одно правило. Положение свитча → настройки VTX.

Иллюстрация исходника: Поля команды **vtx** и три положения свитча. (Изображение не включено в текстовую базу.)

Условия

- **ExpressLRS** → **VTX Administrator** → **Pwr Lvl: -**. Иначе мощность из ELRS повторно применяется при восстановлении связи.
- **SmartAudio/Tramp**: провод к FC, протокол в **Ports**, таблица VTX.
- Пример — **AUX3**, индекс **2**. Для **AUX5** индекс **4** в третьем столбце команд.
- **vtx_low_power_disarm = ON** — минимальная мощность до ARM; после ARM — мощность по свитчу.

Betaflight CLI

R1, минимум: пример для таблицы, где **R** — диапазон №5, минимум — уровень №1.

```
set vtx_band = 5
set vtx_channel = 1
set vtx_power = 1
save
```

AUX3, три положения — пример на схеме

1000 → уровень 1 · 1500 → уровень 2 · 2000 → уровень 3. Уровни — номера из таблицы VTX, не мВт.

```
vtx 0 2 0 0 1 900 1300
vtx 1 2 0 0 2 1300 1700
vtx 2 2 0 0 3 1700 2100
save
```

Проверка: **vtx** — правила; **vtxtable** — таблица мощности.

Отключение правила №2: vtx 2 0 0 0 0 900 900, затем save.

Два положения

1000 → уровень 1 · 2000 → уровень 3. Третья строка отключает правило №2 предыдущего примера.

```
vtx 0 2 0 0 1 900 1500  
vtx 1 2 0 0 3 1500 2100  
vtx 2 0 0 0 0 900 900  
save
```

Исходный образец (исходный материал вне поставки: school/VTX-Tumbler.html).

15. OSD: образец, три профиля, AUX6

Иллюстрация источника: Образец OSD. (Изображение не включено в текстовую базу.)

Макет

1. **OSD → Video Format** — аналог: **PAL / NTSC** по видеосистеме; цифровой DisplayPort: **HD**.
2. Элементы из таблицы → положение в предпросмотре. Галочки **1 / 2 / 3** у каждого элемента — видимость в профилях.

Элемент	Положение	Профили
VTX channel	Слева сверху, строка 1	1, 2
Link quality	Слева сверху, строка 2	1, 2
RSSI dBm value	Слева сверху, строка 3	1, 2
Fly mode	Сверху по центру	1, 2, 3
Altitude; GPS sats	Справа сверху	1, 2, 3
Crosshairs	Центр	1, 2, 3
Battery current mAh drawn	Слева снизу, строка 1	2, 3
Battery current draw	Слева снизу, строка 2	2, 3
Battery average cell voltage	Слева снизу, строка 3	2, 3
Battery voltage	Слева снизу, строка 4	2, 3
Warnings	Ниже центра	1, 2, 3
Aircraft name	Снизу по центру	1, 3
Timer 2	Справа снизу	1, 2, 3

3. **Configuration → Personalization → Craft name: PRIME 225**. В OSD — **Aircraft name**.

4. **OSD → Timers → Timer 2 → Source: Total armed time → Save**.

Профиль 1 — без показателей питания. **Профиль 2** — без имени. **Профиль 3** — без блока связи, включая строку VTX. **Warnings** сохранены во всех трёх; цифры на образце — показания, не настройки.

Переключение AUX6

1. **Receiver → AUX6: 1000 / 1500 / 2000** — три положения свитча, 11.
2. **Expert Mode → Adjustments → строка Enabled**.
3. **When channel: AUX6 → диапазон 900-2100 → Then apply: OSD Profile Selection → Via channel: AUX6 → Save**.
4. **1000 → профиль 1; 1500 → 2; 2000 → 3**.

Проверка: OSD — предпросмотр каждого профиля и нужные галочки. Переключение от AUX работает при закрытом CLI; реальная картинка — при работающем видео.

Betaflight CLI — 4.5.5 / 2025.12.5

Строка Adjustments **0** → выбор профиля по AUX6. Индекс AUX6 — **5**; функция OSD Profile — **33** в этих версиях.

```
set craft_name = PRIME 225
adjrange 0 0 5 900 2100 33 5 0 0
save
```

Проверка настройки:

adj range

16. Телеметрия: включение, экран, отключение

Включение

1. Betaflight: **Receiver → Telemetry: ON → Save and Reboot.**
2. Пульт: **SYS → ExpressLRS → Telem Ratio: Std.**
3. Связь TX/RX → **MDL → Telemetry → Discover New.**
4. Появление датчиков → **Stop discovery.**

RSSI Channel: Disabled; RSSI для ELRS не назначается на отдельный AUX. Нет данных FC при работающем линке — TX полётника → RX приёмника и Telemetry ON.

Верхняя строка по образцу курса

1. Главное меню пульта → **Screen Settings → User interface → Top bar → Setup widgets.**
2. Ячейка → **Select widget → Value → Source.** Для уже установленного Value — **Widget settings → Source.**
3. Четыре ячейки слева направо:

Source	Показание
FM	Режим полёта FC
1RSS	RSSI первой антенны RX, dBm
RxBt	Напряжение от FC
TPWR	Мощность TX

4. **RTN** — выход из редактирования. На нужном главном экране **Top bar: ON.**

Проверка: датчики обновляются в **Telemetry**, выбранные значения видны в верхней строке. **RxBt = 0** при питании только USB допустим.

Отключение

- Телеметрия **FC → пульт: Betaflight → Receiver → Telemetry: OFF → Save and Reboot.**
- Весь обратный радиоканал **RX → TX: SYS → ExpressLRS → Telem Ratio: Off.** При этом нет данных для Dynamic Power.
- Только голосовые предупреждения: **MDL → Telemetry → Disable telemetry alarms.** Передачу данных эта галочка не отключает.

Для задания «настроить и выключить»: настройка датчиков и виджетов → проверка → **Telemetry OFF** в Betaflight. Разметка экрана остаётся сохранённой. Статистика самого ELRS может остаться, пока **Telem Ratio** включён.

Betaflight CLI

Включение:

```
feature TELEMETRY
save
```

Отключение:

```
feature -TELEMETRY
save
```

17. Failsafe: HOLD 10 c → LAND 5 c

Betaflight 4.5.5 / 2025.12.5 · App 2026.6.2

1. **Failsafe.** Скрытая вкладка → **Expert Mode**.
2. **Stage 1 - Channel Fallback Settings: Roll / Pitch / Yaw / Throttle / все AUX → Hold.**
3. **Stage 2 - Settings → Period of time in Stage 1 failsafe after signal loss [seconds]: 10.**
4. Действие второй стадии: **Land**.
5. **Delay for turning off the Motors during Failsafe [seconds]: 5.**
6. **Save and Reboot.**

Throttle value used while landing — газ LAND по заданию; если число не задано, текущее значение.

Проверка: Failsafe → все Hold / 10 / Land / 5.

Betaflight CLI

Времена и действие второй стадии. Hold каналов — через GUI.

Betaflight 2025.12.5 — время LAND в секундах:

```
set failsafe_delay = 100
set failsafe_procedure = AUTO-LAND
set failsafe_landing_time = 5
save
```

Betaflight 4.5.5 — время LAND в десятых секунды:

```
set failsafe_delay = 100
set failsafe_procedure = AUTO-LAND
set failsafe_off_delay = 50
save
```

18. Проверка и два задания

Если не работает

Признак	Где проверить
Нет COM	USB данных, кабель, другая программа заняла порт
DFU вместо COM	После записи USB без удержания BOOT
ExpressLRS — Loading	Model Setup → Internal / External RF: CRSF у нужного модуля
TX и RX не связываются	Диапазон, главная версия ELRS, Binding Phrase, Model Match
Связь есть, каналы стоят	Ports → Serial RX своего UART; Receiver → Serial / CRSF ; провода TX ↔ RX
AUX5 / AUX6 отсутствуют	ELRS → Switch Mode , затем Mixes → CH9 / CH10
Канал движется, функция не включается	Modes → правильный AUX и диапазон
Нет среднего положения AUX6	На CH10 возвратный / 2-позиционный свитч; нужен 3-позиционный
ARM не включается	CLI → status → Arming disable flags
ANGLE / HORIZON отсутствуют	Акселерометр включён, функция присутствует в прошивке
VTX меняет мощность обратно	ExpressLRS → VTX Administrator → Pwr Lvl: -; Low Power Disarm
Нет телеметрии FC	Receiver → Telemetry, Telem Ratio , провод FC TX → RX приёмника
OSD не переключается	Receiver → AUX6, Adjustments → OSD Profile Selection , CLI закрыт

Arming disable flags: MSP / CLI — подключение программы; **RXLOSS** — нет управления; **THROTTLE** — газ выше порога; **ANGLE** — наклон больше разрешённого; **CALIB** — калибровка; **PARALYZE** — перезапуск FC и выключение назначенного свитча.

Задание А — Betaflight 4.5.5

- 04: прошивка **4.5.5**.
- 12: калибровка ACC, барометр OFF; PID loop по заданию; ARM **180°**; маячок **5**; **RX_SET / RX_LOST ON**.
- 09: RX / VTX с правильными протоколами; GPS на **UART3**, если занят — свободный.
- 11: **AUX1 ARM; AUX2 Angle / Air / Acro; AUX3 BEEPER; AUX4 VTX PIT MODE; AUX5 PARALYZE**.
- 15: профиль 1 без питания, 2 без имени, 3 без связи; переключение **AUX6**.
- 16: телеметрия по образцу → **Telemetry OFF**.
- Receiver** — стики и все AUX; **Modes** — нужные диапазоны.

Задание Б — Betaflight 2025.12.5 + ELRS 3.5.5

- 04: прошивка FC **2025.12.5**.
- 06 или 07: внутренний или внешний TX **3.5.5**; 08: RX **3.5.5**.
- 09, 12: порты и базовые настройки FC.
- 11: **AUX1 ARM; AUX2 Angle / Horizon / Acro; AUX3 BEEPER; AUX4 VTX PIT MODE**.

5. 14: **R1, минимальная мощность; AUX5 → мощность VTX.** В примере vtx индекс AUX5 — **4.**
6. 15: те же три профиля; **AUX6 → профиль OSD.**
7. 13: схема **prop out.**
8. 17: **Stage 1 — все Hold, 10 с; Stage 2 — Land, 5 с.**
9. 10: bind → **Receiver** — движение стиков и всех AUX.

Betaflight CLI

status

Поиск параметра, например ARM angle:

get small_angle