

Пульт, ExpressLRS и Betaflight: опорные конспекты

Краткий конспект

Пульт / EdgeTX — MAX NOTES

Каналы: учебный пример

SF → Model / Mixes: CH5, Source SF → Betaflight / Receiver: AUX1 → Betaflight / Modes: ARM + диапазон.

CH5+ → **AUX = CH – 4**. AUX — другое обозначение того же канала. Имя ARM в Mixes — подпись.

Switch	CH	AUX
SF — ARM	5	1
SA	6	2
SB	7	3
SC	8	4
SD	9	5
SH	10	6

SE/SG отключены; CH11/12, 6POS убраны.

SH: держать; отпустил → возврат. Прямой ARM на SH → отпускание даст DISARM. ARM = SF.

Стик — плавный источник; тумблер — фиксированные значения. **Receiver:** 1000/2000 либо 1000/1500/2000; шкала EdgeTX может быть в %.

Стики и порядок

Mode 2: левый ↑↓ Throttle, ↔ Yaw; правый ↑↓ Pitch, ↔ Roll. Газ ≠ высота.

AETR: CH1 Roll · CH2 Pitch · CH3 Throttle · CH4 Yaw.

Default Channel Order — новые Model. Существующая → **Mixes**; FC → **Receiver** → **Channel Map**.

Где искать

# Место	Содержание
SYS → Radio Setup	Stick Mode, Default Channel Order, звук, вибрация, дата/время, Voice Language, Auto Off
SYS → Hardware / Calibration	Тип/доступность органов; соответствие движения показаниям
SYS → Global Functions	Все Model: громкость/яркость и другие общие назначения
MDL → Model Setup	RF, Trainer, checklist, warnings выбранной Model
Model → Mixes → CH → строка	Source, Curve, Switch; назначение на канал
Model → Curves	Кривые CV
Model → Logical Switches	Условия L: AND — оба, OR — любое
Model → Special Functions	Только текущая Model
SYS → Tools/Apps	Lua / ELRS

System — весь пульт; Model — конфигурация.

RTN назад · PAGE страницы · roller выбор. Названия страниц зависят от версии.

Voice Language — озвучка. Auto Off = 0 — выкл. Themes/splash — оформление; виджетам нужны данные/телеметрия.

Яркость/громкость ← боковой регулятор в Global Functions. Минус источника → обратное направление. Два назначения одному органу → оба действия.

Сбои и проверки

- Нет switch в Mixes → **Hardware**: доступность, физический тип.
- Газ внизу, Throttle Warning → значение оси / **Calibration**.
- Команда смещена без стика → **Trims**; в учебном примере отключены.
- ELRS Lua молчит → **Model Setup** → **нужный RF включён**. Пульт-ELRS-модуль: CRSF. Internal/External — расположение, не диапазон.
- Warnings — начальные положения, не исправность аппарата.
- Checklist — человек проверяет; Interactive — отмечает; строка с = интерактивная.
- Trainer: кабель; Master инструктор / Slave ученик; переключатель передаёт/возвращает управление.

Подключение кривой

CV1: создать в **Curves** → **Mixes** → **нужный CH** → **Edit строки** → **Curve** → **Cstm** → **CV1**. В Companion тип **Custom**.

Source — вход строки. **Curve** — обработка этой строки. **Switch** — условие её включения, если используется. Создать CV ≠ подключить к CH.

Wobble

Отдельная Model; повторяемые Roll/Pitch → запись/анализ, не автоподбор PID. Throttle/Yaw не трогает; нужен запуск/стоп.

Сохранённый пример: **Source дополнительных миксов = L02; Switch пустой**. Условия — в Logical Switches. CH1 → CV1/CV2; CH2 → CV3/CV4. Delay — задержка; Slow — переход; Up/Down — направление.

% команды ≠ градусы; ноль ≠ обязательное выравнивание.

Companion / SD — MAX NOTES

Правка → файл → пульт

Закрыл **Edit Model** → правка в документе.

# Companion 2.12.4	Откуда → куда
File → Read Models and Settings from SD Path	SD Structure path → документ
File → Save / Save As	Документ → .etx
File → Write Models and Settings to SD Path	Документ → SD Structure path
Radio → Read Models and Settings from Radio	SD пульта → документ
Radio → Write Models and Settings to Radio	Документ → SD пульта

Write в копию ≠ изменение пульта. До переноса/синхронизации изменения только в копии.

Профиль и папки

Radio Profile — тип аппарата + пути. **Model** — конфигурация управления. Имя профиля ≠ Radio Type.

Settings → Edit Settings... → Radio Profile:

- **Radio Type** — TX16S / TX12 / свой аппарат.
- **SD Structure path** — корень SD/копии, содержащий MODELS и RADIO. Копия → работа без пульта.
- **Backup folder** — резервные копии профиля; заменяет общий **Application Settings** → **Backup Folder**, если задан. Не назначение Read/Write.
- **Default Stick Mode = Mode 2; Default Channel Order = AETR** — исходные настройки; готовую Model проверять в Mixes.
- Опции внутреннего модуля: соответствие железу / CRSF; Lua. **Simulator Radio Case Colour** — только вид корпуса.

Другой пульт → другой профиль; сверить **Radio Type + SD Structure path + Backup folder**.

Редактор / симулятор

Где	Что искать
Edit Radio Settings	SYS: органы, звук, Global Functions
Edit Model	RF, checklist, warnings, trims, Mixes, Curves, Logical Switches
Simulate Radio	Экран, реакции каналов, логика, checklist/warnings документа

Симулятор ≠ запись на пульт / проверка радиолинка. Порядок полей отличается; логика та же.

SD

Папка	Содержимое
MODELS	YAML моделей; имя файла ≠ обязательно имя Model
RADIO	Общие настройки
SCRIPTS	Lua / ELRS → Tools/Apps на пульте
FIRMWARE	Файлы прошивок, не показание установленной версии
IMAGES	Картинки, splash
SCREENSHOTS	Снимки экрана

Установленная версия → **SYS** → **Info**. .bin на SD её не доказывает.

Учебный TX16S: включён → верхний USB → **USB Storage**; нижний — зарядка. Другой корпус → своё расположение портов.

Копии

- **.etx** — модели/настройки документа.
- **Вся SD до правок** — модели/настройки + Lua/картинки/остальные файлы; восстановление содержимого карты.
- **Firmware** — программа в устройстве. SD-копия сохраняет лежащие на карте .bin, не считывает установленную прошивку.

Обновления

Settings → **Edit Settings...** → **Update Settings**: Download / Update, параметры. **Tools** → **Update components...**: выбор и получение файлов.

EdgeTX: загрузил → ещё нужна прошивка. Companion: загрузил → ещё нужна установка; возможный запрос продолжения ≠ выполненное действие.

Старый файл в папке ≠ новая установленная версия. Проверить файл + версию программы/пульта.

Models and Settings ≠ firmware. Новые данные не читаются → совместимость Companion/EdgeTX + верный Radio Type.

ExpressLRS — MAX NOTES

Пульт → TX → радио → RX → FC. Обратно — телеметрия.

TX/RX: одна система, диапазон, совместимые firmware; главная версия ELRS совпадает. ELRS ≠ Crossfire. CRSF — провод, не совместимость радиосистем. Internal/External — размещение; Micro/Nano — отсек; диапазон — маркировка.

Настройки

SYS → Tools/Apps → ExpressLRS. Нет ответа Lua → Model Setup → нужный RF включён.

Параметр	Значение / смысл
Packet Rate	Выше → быстрее обновление, обычно меньше запас дальности
Telemetry Ratio	Standard
Switch Mode	Hybrid
Link Mode	Normal
Model Match	Off; иначе RX ↔ Model ID конфигурации
TX Power	Выше → нагрев/потребление
Dynamic Power	Автомощность по связи
Fan Threshold	Порог вентилятора

Проверки

- Bind → **Receiver**, реакция своего борта. Нет каналов → **Ports / Serial RX / UART → Receiver / Serial / CRSF**.
- AUX5+ нет → **Switch Mode → Mixes → Receiver**. AUX5=CH9; Full Res 8ch **ELRS 4** → только CH1-8. Не переносить на ELRS 3.
- ARM = **SF / CH5 / AUX1**; альтернативы ELRS 4 сами раскладку не меняют.
- RSSI — сигнал; LQ — пакеты; не дальномер. Мощность ×10 ≠ дальность ×10.
- Датчики → **Model / Telemetry / Discover New Sensors**. Задержка индикации ≠ задержка команды.
- Wi-Fi/WebUI — своё устройство, версия/target/firmware. Lua, TX firmware, RX firmware — отдельно.
- **Lua / VTX Administrator → Send VTX**; диапазон/канал/ступень. Power Level ≠ мВт; проверить результат на видеолинии.

Betaflight — MAX NOTES

FC / firmware / Configurator / target — разные объекты. Target по плате и ревизии; F405 недостаточно. Virtual connection ≠ реальная плата.

Карта

Вкладка	Что искать
Firmware Flasher	Target, версия, прошивка
Setup	3D по движению платы, состояние, arming flags
Sensors	Датчики, Board alignment, ACC calibration
Ports	UART, Serial RX, MSP, периферия
Configuration	ARM angle, gyro/PID, beacon, имена/features
Receiver	Serial/CRSF, AETR, оси/AUX, telemetry, deadband, smoothing
Modes	Функция → AUX → диапазон
Adjustments	Параметр → управляющий AUX/условие; OSD Profile
Failsafe	Stage 1 каналы / Stage 2 процедура
Video Transmitter	VTX table, диапазон/канал/мощность, Pit
OSD	Элементы, профили, alarms/warnings
Motors	Ручные тесты; пропеллеры снять
Blackbox	Запись для анализа
CLI	Параметры, команды, backup

Старый UI: alignment/ACC в Configuration/Setup. Expert Mode — дополнительные опции.

Управление

- Tn/Rn → один UARTn. TX↔RX, общий GND; питание отдельно.
- **Ports / фактический UART / Serial RX → Receiver / Serial / CRSF / AETR.**
- Receiver: оси/направления/центр/края; AUX=CH—4. Switches 1000/1500/2000. RC smoothing=Auto. Сильный дрейф → пульт, не маскировать deadband.
- **Modes / ARM / Add Range / AUX1 / диапазон SF / Save.** DISARM вне диапазона.
- Angle — выравнивание; Acro — без него; Air Mode — управление на малом газе. PREARM не заменяет DISARM. BEEPER — звук; Flip Over After Crash — Turtle.
- Нет ARM → **Setup flags**: RXLOSS управление; MSP Configurator. Motors — отдельный путь.
- Sensors: монтажный alignment; ACC калибровать ровно → Save and reboot → 3D. Reset Z ≠ калибровка.

Параметры: смысл → адрес

= — учебное значение; # — GUI; > — точное имя CLI. Firmware **2025.12.5**.

Смысл / значение	# Где	> Имя для get/set
Угол ARM = 180°	Configuration	small_angle
Тон моторов = 5	Configuration	beeper_dshot_beacon_tone
Приёмник = CRSF	Receiver	serialrx_provider

Смысл / значение	# Где	> Имя для get/set
Монтажный поворот	Sensors	align_board_roll, align_board_pitch, align_board_yaw
Частота PID, по плате	Configuration	pid_process_denom — делитель, не частота в кГц
Нечувствительность	Receiver	deadband / yaw_deadband
FPV angle = 0°	Configuration	fpv_mix_degrees; не сервокамера
Потеря управления	Failsafe	failsafe_delay / failsafe_procedure

Beacon: RX_SET/RX_LOST, питание ESC. Stage 1: Hold последнее, Set заданное; Auto ≠ Hold.
Stage 2: по заданию, без универсального пресета.

CLI

- help, version, status — справка/версия/состояние.
- get <кусок> → поиск. set <имя> → чтение; set <имя> = <значение> → изменение; save → сохранение/перезапуск.
- diff all / dump → сохранить вывод до reset; Save To File может взять весь буфер.
- resource / serial → выводы/порты.
- defaults = **СБРОС**. Backup и target/версия до восстановления чужого dump.

VTX / OSD — MAX NOTES

Видео: камера → VTX → очки. **CAM ≠ UART. SmartAudio/Tramp — управление VTX.**
Радиолинк отдельно. Антенна до питания; напряжение по своему VTX.

Настройка

Ports → UART управляющего провода → Peripherals / SmartAudio либо Tramp → Video Transmitter → своя VTX table → диапазон/канал/мощность → Save.

- Band+Channel → частота; R1=5658 МГц. Сверить VTX и очки; автопоиск может попасть рядом.
- Power Level — степень, не мВт. Правка подписи не добавляет мощности.
- Pit Mode — малая мощность, не выключение.
- Device Ready — ответ устройства; OSD — данные FC. Ни то ни другое не измеряет частоту/мощность.
- Нет картинки → питание, антенна, частота, Pit. Соседи → сетка частот, не только разные номера.
- **ELRS Lua / VTX Administrator / Send VTX** — при рабочей RX-FC-VTX цепочке.
- AUX-переключения через CLI vtx могут отсутствовать в Modes. Индекс AUX с нуля: 0=AUX1, 2=AUX3; Power — степень своей таблицы.

OSD

Betaflight → OSD → элементы/раскладка/галочки профилей → Save → очки. Три профиля; центр свободен, края проверить.

Нужное	Место / различие
Напряжение	Пакет / средняя ячейка; ток и мА·ч отдельно
Связь	RSSI dBm / LQ — разные показатели
Имена	Configuration → Personalization → элемент OSD
Таймеры	Источник времени: питание / ARM
Alarms / Warnings	Пороги / отображаемые предупреждения
Post-flight statistics	Итоги
Font Manager	Реальная загрузка символов в OSD chip

Высота/дистанция → нужны данные. Analog/Digital → по железу. Предпросмотр ≠ проверка в очках. OSD Profile по переключателю → **Adjustments.**

Антенны — MAX NOTES

Диапазон → поляризация → направление → КСВ на рабочей частоте. Видео и управление — отдельно.

Пункт	Напоминание
Кожух	Внешняя длина $\neq$ частота. Маркировка / КСВ / рабочий диапазон
Замена антенны	Не меняет аппаратный диапазон TX/RX
Диполь	Провалы вдоль оси; лучше поперёк. Не направлять торцом ради «прицеливания»
Всенаправленная	Не равномерная сфера
Направленная	Второй конец должен попадать в сектор
Усиление	Перераспределение по направлениям, не добавление мощности
Круговая	RHCP $\leftrightarrow$ RHCP, LHCP $\leftrightarrow$ LHCP; направленность — отдельное свойство
Линейная	Взаимная ориентация влияет на приём
Отражения	Круговая может ослаблять часть; не устраняет все
Diversity	Зависит от реализации RX; две антенны не обещают конкретный алгоритм

Мощность не исправляет неверный диапазон, поляризацию или провал диаграммы.
Хороший КСВ $\neq$ проверка всей линии. Частота в эфире → спектроанализатор, не надпись OSD.

Прошивки — MAX NOTES

EdgeTX / internal TX / external TX / RX / FC / Lua / Model — отдельные объекты.

Build/Download ≠ Flash.

Маркировка + ревизия → target → версия → способ записи. Программное имя/Detect показывает записанное ранее, не доказывает железо.

Backup: пульт → вся SD; FC → diff all / dump + version. Full chip erase — стирание памяти.

Объект	Маршрут / условие
EdgeTX	Buddy → модель/версия → Flash via USB → SYS/Info
External TX	ELRS Configurator → свой target/USB-метод/COM → Flash
RX passthrough	FC с верным UART / Serial RX / CRSF; RX запитан; Configurator освободил COM
TX/RX Wi-Fi	Готовый файл своего target → свой AP/WebUI → загрузка до конца
FC обычный	Firmware Flasher → target/версия/features → файл → Flash
FC DFU	Кабель/питание → BOOT + USB → STM32 Bootloader → свой target → запись → запуск без BOOT

DFU ≠ определение модели. COM3/COM4 не постоянные адреса. USB может не питать RX.

Ошибка Build ≠ ошибка Flash. Force/Erase не универсальное лечение.

После: реальная версия + поведение. RX → нужный борт/Receiver; FC → 3D/датчики/настройки. Чужой dump — сверить плату и версию.

Питание и устройство — MAX NOTES

FC — команды/датчики/управление. **ESC** — моторы. Стек ≠ один узел. Выходы управления моторами ≠ UART телеметрии ESC.

RX → FC: управление. **Камера → VTX → очки:** видео. Остальное: рама, моторы, пропеллеры, антенны, батарея, провода/разъёмы; GPS и buzzer — по комплектации.

Питание / измерение	Что помнить
S / P	Последовательно / параллельно
6S2P	$6 \times 2 = 12$ элементов; последовательное соединение повышает напряжение
V пакета / V ячейки	Весь пакет / среднее = V пакета ÷ S
A / потреблённые mAh	Текущий ток / уже израсходовано, не остаток
USB	FC работает, RX/VTX/ESC могут оставаться без питания
UART	Данные; напряжение питания смотреть отдельно
Пульт	Его батарея тоже часть исправной линии управления

Передатчик → антенна до питания. Частота в эфире → спектроанализатор.

Реверс бесколлекторного мотора: поменять местами два фазных провода.

Отказ мотора: возможность продолжить полёт определяется аппаратом, не словом «гексакоптер».