# ArduPilot и Mission Planner

Конспект

## ArduPilot и Mission Planner

Тема 1 · теория · 04.10.2026. Область: прежде всего **ArduCopter**. Названия и числовые значения параметров Copter нельзя переносить в Plane или другую версию без сверки.

### Что чем является

**ArduPilot** — семейство автопилотов: Copter, Plane, Rover и другие. **ArduCopter** — прошивка на полётном контроллере мультикоптера. **Mission Planner** — наземная программа: настройка, телеметрия, работа с миссиями и логами. Закрытие Mission Planner не удаляет настройки или записанную в FC миссию.

```
RC-пульт → приёмник → FC с ArduCopter → выходы моторов / серв
                          ↕ MAVLink
                Mission Planner / GCS
```

**CRSF и MAVLink решают разные задачи.** CRSF может доставлять RC-каналы от приёмника; MAVLink передаёт сообщения автопилота, параметры и команды наземной станции. Наличие телеметрии в пульте не означает, что через этот канал автоматически доступен полный Mission Planner.

### Главные отличия от Betaflight

| Область | Betaflight | ArduCopter |
|---|---|---|
| Основной подход | Непосредственное управление и быстрый контур угловой скорости | Стабилизация плюс развитые контуры высоты, скорости, положения и миссий |
| Программа настройки | Betaflight App / Configurator | Mission Planner, также другие совместимые GCS |
| Режимы | Modes, диапазоны AUX | Flight Modes, FLTMODE*, дополнительные функции RCx_OPTION |
| Выходы | Mixer, Motor order, Resources | Тип рамы и SERVOx_FUNCTION; номер выхода не равен названию мотора |
| Порты | UART и переключатели Ports | SERIALx_PROTOCOL / SERIALx_BAUD; логический SERIALx сверяется с документацией платы |
| Записи | Blackbox, обычно BBL | Бортовые DataFlash BIN; отдельно телеметрические TLOG |
| Отказ | Настроенные стадии failsafe | Раздельные RC, GCS, battery, EKF и другие источники отказа |

**Поправка к старому сравнению:** в Betaflight 2025.12 появились Altitude Hold и Position Hold. Формулировка «Betaflight вообще не умеет удерживать точку» неверна для этой ветки. Наличие удержания точки всё равно не делает его эквивалентом системы миссий ArduPilot. Betaflight: Position Hold 2025.12.

## Как устроено управление

```
Точка / маршрут → требуемая скорость → требуемое ускорение и наклон
                                        ↓
                                   требуемый угол
                                        ↓
                                угловая скорость → моторы
```

Каждый внешний контур опирается на внутренний. Хорошая работа Loiter невозможна только за счёт «правильного GPS», если неверны ориентация FC, моторный микшер или стабилизация.

**EKF** объединяет измерения и оценивает ориентацию, скорость и положение. GPS, компас, барометр и IMU не дублируют друг друга: GPS даёт координаты и движение, компас — магнитное направление, барометр — изменение давления, IMU — вращение и ускорение. EKF может отвергнуть противоречивые измерения. Число спутников само по себе не подтверждает надёжную навигацию.

## Режимы: что удерживается

| Режим | Смысл |
|---|---|
| Acro | Управление вращением, без обычного самовыравнивания |
| Stabilize | Самовыравнивание по roll/pitch; высота и точка не удерживаются автоматически |
| AltHold | Удержание высоты; центр газа связан с вертикальным движением, а не с фиксированной тягой |
| Loiter | Удержание положения и высоты при исправной оценке положения |
| PosHold | Удержание точки с иным характером перехода между ручным управлением и удержанием |
| Auto | Исполнение загруженной миссии |
| Guided | Приём текущих целей от GCS/внешнего управляющего устройства |
| RTL | Возврат к принятой точке возврата по заданной логике высоты и завершения |
| SmartRTL | Возврат с использованием сохранённого и упрощённого пути |
| Land | Управляемое снижение и посадка при доступных для режима данных |

SmartRTL не является точной обратной видеозаписью траектории и не гарантирует обход любых препятствий. Ему нужен пригодный записанный путь; если его нет, применяется предусмотренная конкретной настройкой альтернатива. Flight Modes, SmartRTL.

## Где искать в Mission Planner

Названия из предоставленного курса; в разных выпусках верхние вкладки могут отображаться как DATA/PLAN/SETUP/CONFIG или развёрнутыми названиями.

| Задача поиска | Адрес |
|---|---|
| Состояние, сообщения, режим, HUD | DATA / Flight Data |
| Маршрут и точки | PLAN / Flight Plan |
| Рама, акселерометр, компас, RC | SETUP → Mandatory Hardware |
| Назначение выходов | SETUP → Mandatory Hardware → Servo Output |
| Назначение режимов | SETUP → Mandatory Hardware → Flight Modes |

| Задача поиска | Адрес |
|---|---|
| Полный поиск параметра | CONFIG → Full Parameter List / Full Parameter Tree |
| Графики бортового лога | DATA → DataFlash Logs |

Полезные семейства для поиска: FRAME_* — геометрия; AHRS_*, EK3_* — ориентация/оценка состояния; SERIAL* — порты; RC* — входы; SERVO* — выходы; ATC_* — стабилизация; PSC_* — положение/скорость; WPNAV_*, RTL_*, SRTL_* — навигация; BATT_*, FS_* — питание и отказы. Значения читаются в единицах, показанных для установленной версии. Mission Planner: Configuration and Tuning.

## Failsafe: независимые причины

| Причина | Что контролируется | Ориентир параметров |
|---|---|---|
| RC failsafe | Потеря достоверных команд приёмника | FS_THR_ENABLE, FS_OPTIONS |
| GCS failsafe | Потеря ожидаемого heartbeat наземной системы | FS_GCS_ENABLE |
| Battery failsafe | Напряжение/остаток по настройке монитора | BATT_LOW_, BATT_CRT_, BATT_FS_*_ACT |
| EKF failsafe | Недостоверная оценка состояния | FS_EKF_THRESH, FS_EKF_ACTION |

**Один failsafe не заменяет другой.** EKF failsafe не равен «завис Raspberry Pi», GCS failsafe не контролирует любую поломку компьютера. Сохранение связи RC не доказывает исправность навигации. Действие RTL имеет смысл только при достаточных данных для возврата. EKF failsafe, GCS failsafe.

## Ошибки исходной памятки

В RTL_SmartRTL та Failsafe¶.docx смешаны см/с и м/с для RTL_SPEED; часть значений FS_EKF_ACTION и общих таблиц действий не привязана к версии. Совет отключить GCS failsafe просто из-за наличия EKF failsafe не является универсальным правилом. Эти фрагменты не перенесены как готовый пресет.

Также нельзя автоматически считать BATT_LOW_VOLT только текстовым предупреждением: вместе с настройкой действия и задержек это может быть условием battery failsafe. Битовая маска FS_OPTIONS — набор независимых флагов, а не произвольный номер режима. Подробное основание исправлений — REVIEW новых тем.

## Источники курса

- school/Uchebny material/03 Ardupilot/Ardupilot Tuning Guide.pdf: с. 2–29 — аппаратура и настройка; 31–57 — фильтры; далее контуры стабилизации и навигации.
- Chris Rosser's Ardupilot Course Quick Reference.pdf в той же папке — расширенная редакция, 176 страниц. Числа для демонстрационной AOS UL8 / Matek H7A3 не являются пресетом для любой рамы.
- RTL_SmartRTL та Failsafe¶.docx — учебная памятка с отмеченными выше неточностями.

Конспект объясняет устройство системы; практическая процедура прошивки ArduPilot в этот запрос не входит.