



# АВТОПИЛОТ БАС:

настройка, полётные задания,  
разработка



# Основные понятия

**Беспилотное воздушное судно (БВС)** – воздушное судно, которое предназначено выполнять полет без пилота на борту, подсистема(комплекс) беспилотной авиационной системы

**Беспилотная авиационная система (БАС)** – ВС (или несколько связанных между собой ВС) и связанные с ним элементы, которые эксплуатируются без пилота на борту.

**Автопилот** — это система компьютерного управления, которая позволяет беспилотному робототехническому комплексу автоматически выполнять заданную миссию без необходимости физического присутствия оператора на борту

**Блок управления полетом** — устройство, которое принимает команды от центрального процессора и реализует управление поворотами, наклонами и другими параметрами полета

**Центральный процессор** — основной вычислительный узел, который обрабатывает данные от датчиков, принимает решения и управляет движением и функциями БВС



# Автопилот, его компоненты



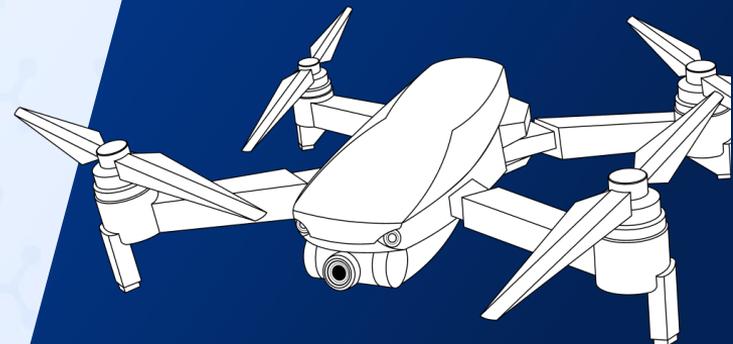
1 Автоматический



2 Ручной



3 Смешанный



# Автопилот, его компоненты



**Автопилот в БАС - программно-аппаратный комплекс, выполняющий следующие функции:**

- стабилизация высоты и курса
- автоматическое управление двигателем
- планирование маршрута
- обход препятствий
- следование за целью или маркером
- автоматическое возвращение на базу и выполнение задач, заданных оператором



# Автопилот, его компоненты

## Основные компоненты автопилота:

1 Датчики и системы навигации

2 Датчики и сенсоры:

- Акселерометры
- Гироскопы
- Магнитометры
- Барометры
- GPS-приемники
- Радары и камеры
- Датчики температуры, влажности и других параметров окружающей среды

2 Компьютеры и ПО

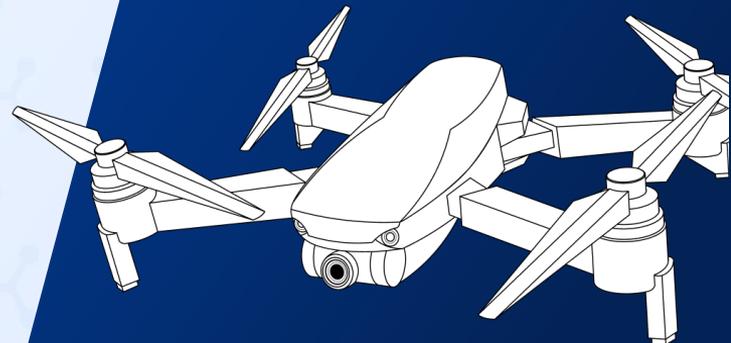


# Создания полетной миссии



## Основные возможности:

- Загрузка программного обеспечения в плату автопилота – прошивка
- Планирование, сохранение и загрузка отдельных полетов в автопилот с вводом путевых точек методом «point-and-click» (указал и щелкнул)
- Загрузка и анализ журналов полетов, создаваемых автопилотом
- Взаимодействие с пилотажным имитатором на персональном компьютере для создания полномасштабного аппаратно-программного имитатора БАС
- Получение и анализ полетного журнала из APM
- Телеметрические журналы
- Диагностика общих проблем с помощью журналов
- Полет с джойстиком вместо радиоуправляемой аппаратуры RC



# Создания полетной миссии



## Планирование полета

**Параметр Default Alt** – это высота, принимаемая по умолчанию при вводе новых маршрутных точек

**Verify height** – использование данных топографии Google Earth для корректировки нужной вам высоты в каждой маршрутной точке с учетом высоты над местностью

**Write** - полет отправляется в APM и сохраняется в EEPROM

**Grid** - автоматическое создание маршрутных точек в пределах выделенной области



# Команды Mission Planner



## Взлет / Takeoff

Mission Planner 1.2.98.3 build 1.1.5194.18757

Distance: 0.0000 m  
Prev: 5432.19 m AZ: 246  
Home: 5432.19 m

WP	Radius	Loiter Radius	Default Alt	Verify Height	Add Below	Alt Warn
1	0	0	0	0	0	45

Waypoints

Command	Del	Alt	Yawl	Lat	Long	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Dist	AZ
1 TAKEOFF	0	0	0	0	0	0	X	🏠	👁	0	0	0

## Точка / Waypoint

Mission Planner 1.2.98.3 build 1.1.5194.18757

Distance: 0.8436 m  
Prev: 6635.91 m AZ: 68  
Home: 6818.82 m

WP	Radius	Loiter Radius	Default Alt	Verify Height	Add Below	Alt Warn
1	0	0	0	0	0	25

Waypoints

Command	Del	Alt	Yawl	Lat	Long	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Dist	AZ
1 WAYPOINT	0	0	0	40.0707154	-105.2263641	25	X	🏠	👁	5.9	421.3	125

## Loiter\_Time

WP	Radius	Loiter Radius	Default Alt	Verify Height	Add Below	Alt Warn
2	0	0	100	0	0	-100

Waypoints

Command	Time s	Lat	Long	Alt	Delete	Up	Down	Grad %	Dist	AZ			
1 LOITER_TIME	40	0	0	0	40.0720619	-105.2317393	35	X	🏠	👁	26.6	131.7	227

Write WPs

Home Location

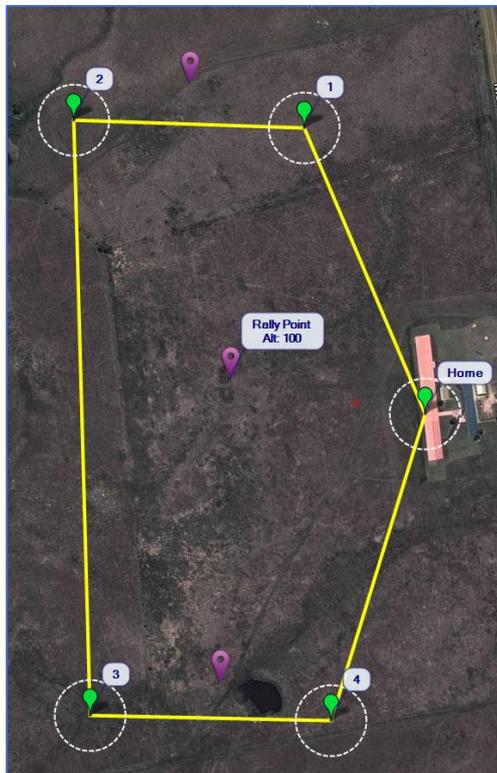
Lat: 40.072842  
Long: -105.230575  
Alt (abs): 0

# Команды Mission Planner

## Точки возврата /Rally Points



## LAND



**Waypoints**

WP Radius: 2    Loiter Radius: 60    Default Alt: 100     Verify Height    Add Below    Alt Warn: -100

	Command						Delete	Up	Down	Grad %	Dist	AZ		
▶ 1	LAND	0	0	0	0	40.0718813	-105.2294219	0	X	🏠	📏	0.0	145.0	139

Write WPs

Home Location

Lat: 40.072842

Long: -105.230575

Alt (abs): 0



# Бортовой журнал



## Параметр LOG\_BITMASK

Mission Planner 1.2.88 build 1.1.5085.12877

CONFIG/TUNING

Standard Params

Log bitmask (LOG\_BITMASK)

Description: 2 byte bitmap of log types to enable

Default

Disabled

Default

Default+MMU

Default+Motors

Default+Nav

Motors always spin when armed (MOT\_SPIN\_ARMED)

Description: Controls whether motors always spin when armed (must be below THR\_MN)

VerySlow

## Загрузка журнала

Mission Planner 1.2.60 mav 1.0

TERMINAL

Log Download

Log

Download All Logs

Download These Logs

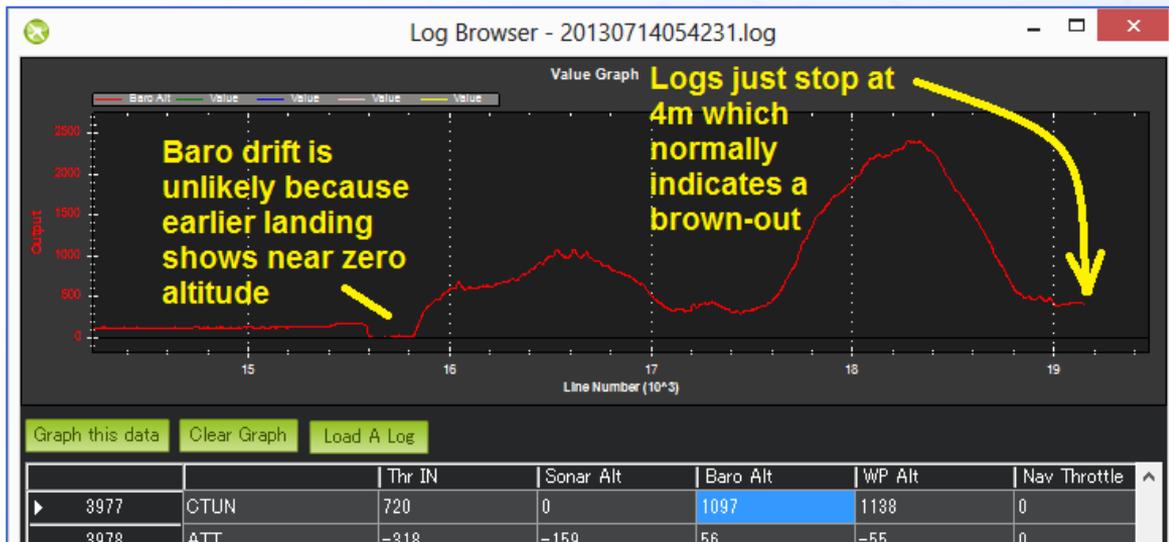
Log File Type: APMCopter, APMPlane, APMRover

Log #	Log File Type	Log File Name	Log File Size	Log File Start Time	Log File End Time
7	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1125	end 1161
8	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1182	end 1403
9	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1404	end 1483
10	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1484	end 1557
11	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1558	end 3030
12	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 3031	end 46
13	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 47	end 1124
14	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1125	end 1161
15	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1182	end 1403
16	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1404	end 1483
17	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1484	end 1557
18	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 1558	end 3030
19	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 3031	end 46
20	APMCopter	rdcCopter_V3.0.1] logs	7 logs	start 47	end 1124

# Бортовой журнал



- Механические повреждения
- Вибрации
- Вмешательства в работу компаса
- Проблемы системы питания
- Неожиданные ошибки включая failsafes (защита отказа)



# Преимущества и перспективы использования автопилота



## Преимущества использования автопилота

### Улучшенная эффективность

- Позволяет операторам сконцентрироваться на основных задачах, таких как планирование полета, мониторинг систем и изменение курса в случае необходимости

### Автономность

- Автопилот может позволить БПЛА работать в полностью автономном режиме
- Автопилот обладает возможностью быстро реагировать на аварийные ситуации

### Безопасность

- Оснащен системами детекции и избегания столкновений, которые позволяют обнаруживать другие объекты в воздушном пространстве и автоматически управлять полетом для избегания столкновений

### Экономичность

- Использование автопилотов может снизить затраты на эксплуатацию БПЛА, так как они требуют меньше человеческого ресурса и могут работать практически круглосуточно, без перерывов на отдых

### Точность и надежность

- Обладает возможностью точного выполнения заданных маршрутов, что обеспечивает более предсказуемое и эффективное выполнение задач
- Автоматическое управление полетом обеспечивает большую стабильность за счет автоматической коррекции ориентации и управления двигателями

# Преимущества и перспективы использования автопилота



## Перспективы развития

Интеграция ИИ в БАС может значительно повысить их эффективность, надежность и безопасность

Повышение адаптивности автопилотов, то есть создание системы, способную учитывать данные с различных источников и применять алгоритмы, которые обеспечивают оптимальное управление и навигацию в различных ситуациях

Системы автопилотирования способны анализировать и обрабатывать огромное количество данных, поступающих от датчиков и сенсоров БПЛА, что позволяет автопилоту принимать быстрые и точные решения

Повышение гибкости автопилотов, то есть создание системы, которая способна быстро и эффективно реагировать на изменяющиеся условия во время полета