

Плата безопасности «SafeGPS» v1

Внимание! Не рекомендуется обновлять прошивку дрона после установки платы во избежание потери работоспособности устройства.

1. Активация **FCC**, частоты **5.8**, работы **DJI Cellular Dongle** с помощью *смещения* дрона в локацию, где данные функции доступны. Возможна не только установка точки «дом» в *смещенной* локации, но и полёт со спутниками в ней.
2. Режим **адаптивного антиспуфинга** позволяет летать с настоящими спутниками, а также автоматически *обнулять спутники* при подозрении на *спуфинг/джамминг (глушение)*, в том числе, в смещенной локации.
3. Установка **максимального времени** рабочего цикла позволяет найти утерянный дрон (происходит разблокировка данных, если она была, и дрон получает истинные координаты своего местоположения).
4. Встроенный **акселерометр** дает возможность использовать автоматическое *обнуление спутников* при запуске моторов.

Текущий режим отображается **короткими вспышками** светодиода.

Смена режима происходит коротким **нажатием** на кнопку (сохраняется в энергонезависимой памяти и будет активен при следующем включении дрона).

Внимание: после смены режима или изменения настроек (но не ранее чем через 3 секунды) необходимо **перевключить дрон** (лучше переустановить батарею дрона) для исключения коллизий в его последующем поведении. Для обеспечения выполнения этого требования устройство **принудительно блокирует данные**.

1: ПРОЗРАЧНЫЙ РЕЖИМ

Устройство не оказывает **никакого влияния** на дрон. Полет происходит в штатном режиме (как до установки платы).

2: АДАПТИВНЫЙ АНТИСПУФИНГ

Предназначен для полетов в условиях возможного **спуфинга**. Полёт проходит со спутниками, но при попадании в зону спуфинга **включается блокировка** навигационных данных (обнуление спутников) по определенному алгоритму анализа данных и дополнительным критериям, которые установил пользователь (П6).

Если выбрать П6 – 2 (отключить блокировку при «пропадании» спутников), то возможна отложенная блокировка, при условии, что спутники отсутствуют **не более 3 минут** и при их появлении новое местоположение удовлетворяет алгоритму.

Причина блокировки спутников (длинные вспышки светодиода):

2-4 вспышек: блокировка включена встроенным алгоритмом при **обнаружении аномалии** (авторский алгоритм).

5 вспышек: блокировка включена в связи с **обнаружением глушения (джамминга)** (если режим установлен пользователем).

6 вспышек: блокировка включена при «**пропадании**» спутников (если режим установлен пользователем).

7 вспышек: блокировка включена в связи с **потерей спутников более чем на 3 минуты**.

8 вспышек: блокировка включена в связи с обнаружением **спуфинга**.

Данный режим, несмотря на глубокий анализ данных, не может гарантировать определение **спуфинга**.

Внимание: необходимым условием для адекватной работы алгоритма анализа входа в зону спуфинга, необходимо, чтобы на месте старта устройство зафиксировало реальное местоположение. Об этом сообщает дополнительная длинная вспышка светодиода, оператор видит значение спутников **белого цвета**.

Данный режим запрещено использовать, если есть подозрение на наличие спуфинга на месте взлета (горизонтальная, вертикальная скорость, нарастающее расстояние). В случае наличия **спуфинга на земле**, следует **использовать 6 режим**.

3: ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ БЛОКИРОВКА

Блокировка спутников сразу (место взлета находится в зоне спуфинга) или **с задержкой** (время для поиска спутников). Возможно *досрочное включение блокировки* до окончания задержки при начале движения (с задержкой после начала движения или без неё), но не ранее 20 секунд после включения дрона, для исключения преждевременной блокировки.

2 длинные вспышки: блокировка включена по окончании задержки (или если она отсутствует) после включения дрона, начале движения.

4: ПРОЗРАЧНЫЙ

(со смещением координат)

Аналогичен **режиму 1**. Устройство не оказывает **никакого влияния** на дрон, но *смещает местоположение в выбранную локацию*. Предназначен не только включение FCC и т.п., но и полёта со спутниками (но в другой локации).

5: АДАПТИВНЫЙ АНТИСПУФИНГ

(со смещением координат)

Аналогичен **режиму 2**, но всё происходит в «*смещенной*» локации. Предназначен не только для включения FCC и т.п., но и полёта со спутниками (но в другой локации). В данном режиме при установке точки «дом» устройство сначала блокирует данные до появления первых валидных данных (о чём сообщает дополнительная длинная вспышка светодиода) и только потом пропускает их, сместив в выбранную локацию.

Если выбрать П6 – 1 (отключить блокировку при «пропадании» спутников), то возможна отложенная блокировка, при условии, что спутники отсутствуют **не более 3 минут** и при их появлении новое местоположение удовлетворяет алгоритму.

Причина блокировки спутников аналогичны 2 режиму.

6: ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ БЛОКИРОВКА

(со смещением координат)

Аналогичен **режиму 3**, но точка «дом» будет находиться в *смещенной локации*. Предназначен для включения FCC и т.п. Сначала устройство **формирует 24 ложных спутника** (для фиксации точки «дом» и снятия ограничения высоты, после чего **включается блокировка**. Для удобства последние секунды до начала блокировки индицируются постепенным *уменьшением спутников с 24 до 15*. Возможно досрочное включение блокировки до окончания задержки при начале движения (с задержкой или без неё, но не ранее 20 секунд после включения дрона (для исключения преждевременной блокировки).

2 длинные вспышки: блокировка включена по окончании задержки (или если она отсутствует) после включения дрона, начале движения.

Внимание: в данном режиме **взлетать только после включения блокировки (0 спутников)!**

В случае утери дрона:

Для поиска утерянного дрона блокировка отключается, дрон видит и передает оператору уже истинное местоположение по истечении установленного пользователем времени с момента включения дрона.

Внимание: таймер начинает отсчёт с момента включения дрона.

Индикация светодиодом:

- 1-6 короткие** вспышки – **номер режима** работы. *Дополнительная длинная вспышка указывает на то, что плата «захватила» валидные GNSS данные, необходимые для работы режимов 2 и 5.*
- 1-2 короткие** вспышки **с интервалом 5 секунд** - **аварийная ситуация** (не прошла инициализация устройства при включении дрона или отсутствуют данные от навигационного приемника). *Возможно наличие этой вспышки при нахождении дрона на зарядке (устройство запитано, хоть дрон и выключен).*
- 1 длинная** вспышка светодиода: **принудительная блокировка данных** для предотвращения коллизий при аварийном сбое микроконтроллера.

4. **2-8 длинных** вспышек – **причина блокировки** (в зависимости от выбранного режима работы).
Кроме режима 1.
5. **1 длинная** вспышка светодиода **при включении** указывает, что все программируемые установки имеют **значения по умолчанию**.
-

Программирование:

Внимание! После изменения любого параметра или режима работы необходимо перевключить дрон, лучше даже переустановить аккумулятор.

Общие термины:

1. **Длинные вспышки** светодиода служат для **ввода значения параметра** и затем его желаемого значения (нажали кнопку на 3-й вспышке - ввод числа 3).
 2. **Короткие вспышки** служат для "**индикации**" **числа** (5 вспышек — значит число 5).
 3. Серия **быстрых вспышек** - "**разделитель**". Для разделения этапов при программировании.
- Внимание!** При установке необходимого **ЗНАЧЕНИЯ** параметра (**НЕ НОМЕРА** параметра) **надо устанавливать значение + 1**. Это связано с тем, что многие значения могут быть равны 0, а 0 вспышек светодиода быть не может.

Пример:

Изменим максимальное время рабочего цикла (П1) с неограниченного (значение по умолчанию) на 50 минут. Для этого необходимо в параметр 1 записать значение 10 ($10 \times 5 = 50$ минут).

Но значение "искусственно" необходимо увеличить на 1. В итоге: в параметр 1 необходимо записать 11.

1. Нажимаем и удерживаем кнопку.
 2. На 3 секунды включится светодиод. В это время (пока он включен) необходимо отпустить кнопку.
 3. Серия быстрых вспышек (далее - разделитель) укажет, что мы переходим на следующий этап.
 4. Начнутся длинные вспышки в соответствии с общим количеством пунктов, на 1-й вспышке необходимо коротко нажать и отпустить кнопку. Тем самым мы выбрали 1-й пункт.
 5. Последует 1 короткая вспышка. Считаем - убеждаемся, что не ошиблись, ввели правильное число.
 6. Начнутся длинные вспышки, всего их будет 21 - возможные значения выбранного пункта (от 0 до 20), на 11-й вспышке необходимо коротко нажать и отпустить кнопку. Тем самым мы установили значение 10.
 7. Последует 11 коротких вспышек. Считаем - убеждаемся, что не ошиблись, ввели правильное число.
- Всё, закончено. Можно дождаться, пока оно выйдет из режима программирования. Но продолжим описание того, что происходит.
8. Разделитель укажет, что мы закончили данный этап.
 9. Вновь начнутся длинные вспышки для выбора пункта. Мы можем сразу изменить еще какой-либо пункт. Если это требуется, то повторяем процедуры 4 - 7.
- Но мы ничего не делаем, нам достаточно было изменить только 1-й пункт
10. После окончания длинных вспышек будет разделитель и переход в рабочий режим.

Мы можем проверить текущее значение какого-либо пункта меню. Для этого выбираем требуемый пункт, но значение НЕ вводим (просто ожидаем, когда закончатся длинные вспышки для его ввода). После этого устройство короткими вспышками сообщит текущее значение выбранного пункта.

То есть для проверки 1-го пункта мы делаем практически всё, описанное выше, но на 6-м шаге НЕ нажимаем кнопку.

Некоторые параметры защищены от случайного изменения (но возможность проверить значение имеется).

Программируемые установки:

П1. Максимальное время рабочего цикла для режимов.

По истечении этого времени с момента включения, устройство «разблокирует» данные GNSS приёмника для возможности поиска утерянного дрона. Необходимо установить с запасом, так как

«разблокировка» в полёте при наличии спуфинга или в режимах со смещением локации (4 – 6 режимы) приведёт к нежелательным последствиям.

Возможные значения:

0 – неограниченно,

1-20 (время в минутах (множитель – 5)).

Значение по умолчанию – 0.

Внимание: таймер начинает отсчёт с момента включения дрона.

П2. Задержка блокировки с момента включения для режима 3.

Возможные значения:

0 – не используется,

1-15 (время в минутах).

Значение по умолчанию – 5.

П3. Задержка блокировки с момента включения для режима 6.

Возможные значения:

0 – не используется,

1-15 (время в секундах (множитель – 5)).

Значение по умолчанию – 12 (60 секунд).

П4. Досрочное включение блокировки в режимах 3 и 6 до истечения задержки П2 и П3 соответственно при начале движения/вибрации и значение задержки уже после начала движения/вибрации.

Возможные значения:

0 – не используется,

1-30 (время задержки после начала движения/вибрации в секундах).

Значение по умолчанию – 1.

П5. Чувствительность акселерометра. Больше значение – выше чувствительность.

Возможные значения: 0-15.

Значение по умолчанию – 10.

П6. Дополнительные блокировки в адаптивных режимах 2 и 5.

Возможные значения:

0 – нет,

1 – при «пропадании» спутников,

2 – при обнаружении глушения (джамминга),

3 – (1 + 2).

Значение по умолчанию – 3.

П7. «Чувствительность» алгоритма обнаружения спуфинга в адаптивных режимах 2 и 5.

Больше значение – выше «чувствительность».

Возможные значения: 0-15.

Значение по умолчанию – 12.

П8. Выбор точки смещения из таблицы (см. ниже) или пользовательское значение координат.

Возможные значения:

0 - пользовательское значение координат.

1-19 – значение из таблицы,

Значение по умолчанию – 7.

Для уменьшения погрешности дистанции и смещения точки «дом» пропорционально удалению дрона (погрешность уменьшается до нуля при возврате) следует выбирать точку смещения, близкую к реальной по широте (желательно в том же полушарии). Для этого дополнительно есть пользовательские значения долготы и широты точки смещения.

П9. Пользовательское значение долготы точки смещения, в градусах.

Отрицательное значение – западная долгота, положительное – восточная.

Рассчитывается по формуле: $P9 = (\text{долгота} + 180) / 5$.

Возможные значения: 0-72.

Значение по умолчанию – 16 ((16 x 5) – 180 = -100).

П10. Пользовательское значение широты точки смещения, в градусах.
Отрицательное значение – южная широта, положительное – северная.
Рассчитывается по формуле: $P10 = (\text{широта} + 90) / 2$.
Возможные значения: 0-90.
Значение по умолчанию – 73 ((73 x 2) – 90 = 56).

П11. Сброс всех параметров на значения по умолчанию. Не приводит к сбросу параметров, следующих за данным пунктом. 0 - сброс.

П12, П13, П14. Зарезервировано. **Не изменять!**

Внимание: для предотвращения случайного изменения параметров П12 – П14, их установка возможна только при определённой последовательности действий, но проверка текущего значения доступна.

Таблица точек смещения координат:

0: Пользовательские координаты (П9, П10)
1: долгота -80, широта 43, // Канада
2: долгота -80, широта 45,
3: долгота -80, широта 47,
4: долгота -80, широта 49,
5: долгота -100, широта 51,
6: долгота -100, широта 53,
7: долгота -100, широта 55, // По умолчанию
8: долгота -100, широта 57,
9: долгота -120, широта 59,
10: долгота -120, широта 61,
11: долгота -120, широта 63,
12: долгота -128, широта 65,
13: долгота -128, широта 67,
14: долгота -128, широта 69,
15: долгота -128, широта 71,
16: долгота -128, широта 73,
17: долгота -128, широта 75,
18: долгота -128, широта 77,
19: долгота 90, широта 34, // Китай
Значение по умолчанию – 7.
