

**«БЛУКАЧ» -пошуковий GPS-маячок
для визначення місцеположення дронів
на територіях, де відсутнє мобільне покриття.**

Технічний опис та інструкція по користуванню



Рис 1. Загальний вигляд комплекту обладнання

В комплект входитъ:

- | | |
|---------------|---------|
| 1. Маячок | - 2 шт. |
| 2. Пульт | - 1 шт. |
| 3. Репітер | - 1 шт. |
| 4. Антена | - 4 шт. |
| 5. Кабель USB | - 1 шт. |
| 6. Інструкція | - 1 шт. |

Для зарядки потрібен USB-зарядка (як для телефона). Зарядка в комплект не входить. Перед експлуатацією акумулятори необхідно зарядити. Приблизний час повної зарядки - 2 години.

Призначення маячків «БЛУКАЧ»

Пошуковий маячок «БЛУКАЧ» призначений для визначення місцеположення дронів за допомогою GPS-модуля та подальшої передачі зашифрованих координат по радіоканалу Lora до оператора.

Для пошуку на невеликий відстає є система подачі звукових та світлових пошукових сигналів.

Маячок постійно знаходить в режимі радіо-тиші і виходить на зв'язок лише по зовнішній команді.

Технічні характеристики маячка

- радіомодуль sx1278;
- частота радіообміну
- потужність передавача 0.1 Вт (+18dBm)
- чутливість приймача -136 dBm
- ППРЧ 16 каналів, крок 500 кГц;
- шифрування AES-128;
- акумулятор Li-pol, 3.7В, 1000 мА*г.
- час роботи маячка в теплу пору року в режимі очікування 3..4 дні.

На платі маячка встановлено:

- * мікроконтролер stm32;
- * радіомодуль LoRa;
- * роз'єм SMA-RP під змінну антена;
- * GNSS-модуль (налаштовано на прийом сузір'я GPS);
- * кнопка "Power" - для включення та виключення;
- * кнопка "Test" - для перевірки рівня заряду акумулятора.
- * два п'єзоелектричних зумера для подачі звукового сигналу;
- * два потужні світлодіоди для подачі світлового сигналу;
- * USB порт для зарядки акумулятора;
- * світлові індикатори процесу зарядки;

- Габаритні розміри плати: 35 x 110 мм, висота - 25мм
- Повна довжина з антеною - 165 мм.
- Вага — 70г.

Ступінь захисту оболонки - IP53

Клас антивандального захисту - IK01

Маячок — вид плати зверху

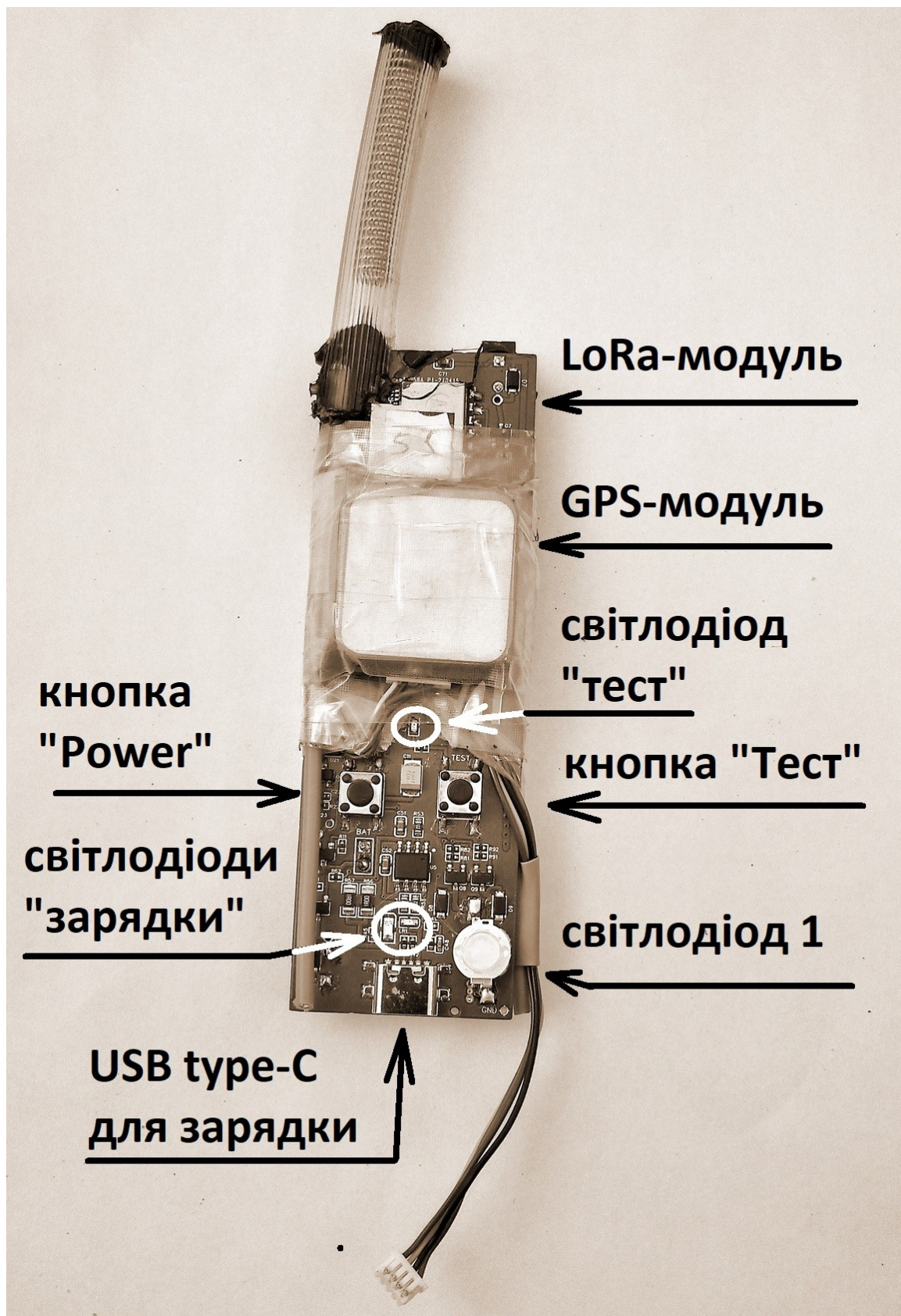


Рис. 2 Вид на плату маячка зверху

Маячок — вид плати знизу

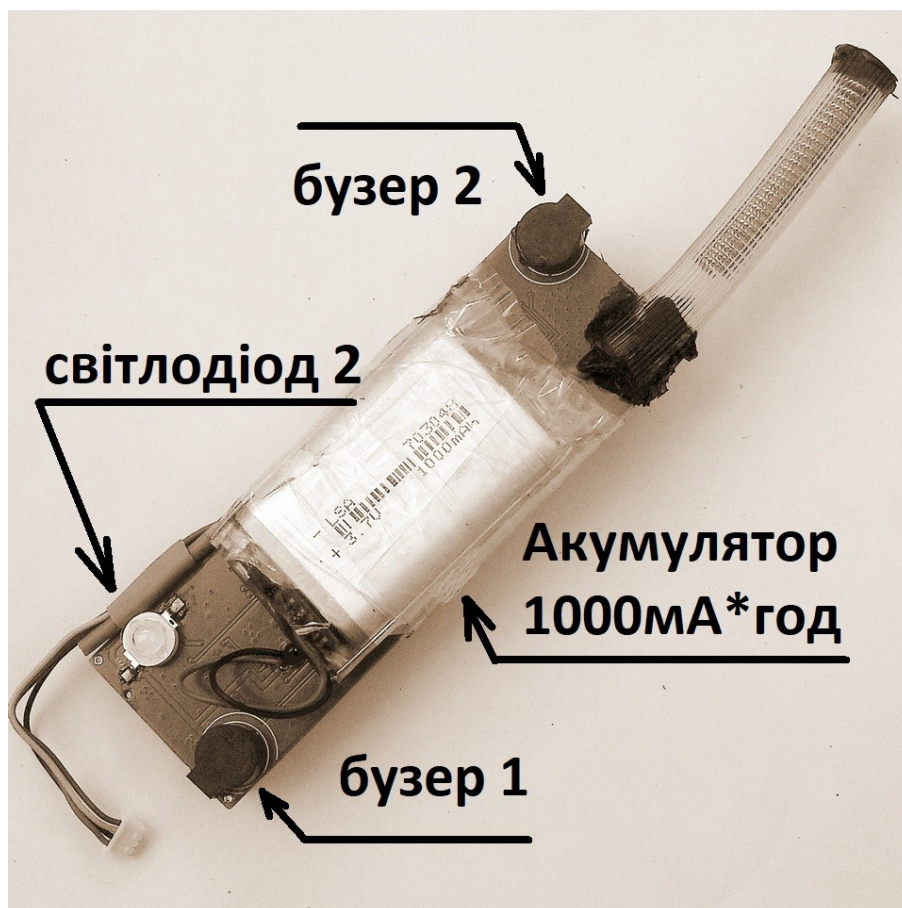


Рис 3. Вид на плату маячка знизу

Маячок та репітер не мають корпусу і представляють собою плату з радіoeлементами, які захищені від зовнішнього впливу термоусадковою трубкою.

Включення маячка

На верхній частині, нижче від середини, на маячку є дві кнопки. Ліва відповідає за включення та виключення. Права — за тестування.

Натискаємо ліву кнопку і чекаємо 3 секунди до появи звукового сигналу. З появою звукового сигналу кнопку необхідно відпустити, інакше маячок не включиться. Якщо включився, то далі прозвучить коротка мелодія.

Для перевірки стану маячка необхідно натиснути праву кнопку “Тест”. Включений маячок пропікає рівень заряду. Від одного до трьох разів (звук дублюється блиманням білого світлодіода):

- 3 рази - акумулятор повністю заряджено.
- 2 рази - більш-менш;
- 1 раз - акумулятор розряджено;

Далі йде перевірка модулів Лора та GNSS. Якщо немає зв'язку з радіомодулем LoRa - то маячок буде нескінченно довго бікати.

Якщо немає зв'язку з модулем GPS - пробікає довго 3 рази, але далі перейде в робочий режим. Треба розуміти, що координати від GPS-модуля в такому випадку отримати вже не вийде.

Далі варто перевірити, що маячок відповідає на команди пульта.

Після запуску маячка на GPS-модуль подається живлення на 60хв. Через 60хв маячок переходить в економний режим і слухає радіоефір в очікуванні команди. Це зроблено для збільшення часу автономної роботи. В такому режимі, до повного розряду акумулятора, маячок може пропрацювати до 3-х днів.

Припустимо, що під час польоту дрону GPS сигнал ніхто не глушить і GPS-модуль отримує сигнали від супутників та вираховує своє положення. Остання обрахована координата зберігається в оперативній пам'яті маячка. Отже, якщо навіть дрон сяде десь в густому лісі чи невдало приземлиться, то у нас в пам'яті буде остання реальна координата. Запросити її з пульта можна командою №1.

Пошукові режими

Для пошуку дрона на невеликій дистанції реалізовано три пошукових режими:

- Команда “7” - **звукова** індикація: пробікати три по три рази;
- Команда “8” - **світлова** індикація: три рази по три спалахи потужним світлодіодом;
- Команда “9” - режим **пеленгації**. На одній частоті (ППРЧ виключено) чотири рази підряд йде передача сигналу. Причому з кожним наступним разом потужність сигналу зменшується. (Частота відображається на дисплеї пульта).

Для того, щоб скористатися режимом “Пеленг” необхідно мати направлену антену на “433” МГц, аналогову рацію типу “Баофенг” та навички пошуку напрямку на радіосигнал відповідно до рівня прийнятого сигналу.

Інформація, яку можна віддалено отримати від маячка:

- GPS:
 - координати;
 - час отримання координат;
 - наявність статусу "3D Fix";
 - висота;
 - кількість супутників;
- статус GPS-модуля: On/Off;
- статус USB зарядки: On/Off;
- рівень заряду акумулятора;
- рівень прийнятого LoRa- радіосигналу;

Стосовно рівня заряду акумулятора маячка

На дисплей ця інформація виводиться у відсотках і відображає рівень напруги. Для повністю зарядженого буде - 100%.

Далі, в процесі роботи, рівень буде знижуватися: 90 .. 80 .. і так далі.

Але після 20% рівень одразу перестрибне на 1%. Це пов'язано з певними технічними нюансами.

При рівні в 1% маячок зможе зберігати працездатність максимум 12 годин (при теплій погоді).

Пульт



Рис. 4 Вид на пульт зверху

Опис команд керування

Команди керування складається з трьох символів:

- 1) номер маячка
- 2) номер команди
- 3) # (решітка) - для підтвердження, або * (зірочка) для відміни.

Пульт підтримує роботу з 9 маячками з номерами від 1 до 9 та одного репітера. Позивний репітера — “0”.

Отже команда №1 це отримати останню координатну зі статусом "3d-Fix". Якщо отримана координата вас задовольняє, то координати переписуємо на листочок, а пульт вимикаємо.

Якщо прийшли нулі, або при перенесенні на карту стає зрозумілим, що координати хибні, то тоді можна знову включити GPS-модуль. Це команда №4.

Через 10 хвилин маячок автоматично відключить GPS-модуль і перейде в економний режим. GPS-модуль також можна виключити командою №5.

Повторне включення GPS-модуля робимо доти, поки не отримаємо адекватні координати.

Тут сподівання на те, що виключать джаммер чи спуфінг, або супутники на небосхилі розташуються вдалим чином і GPS-модуль зможе побачити достатню кількість супутників та обрахувати свої координати.

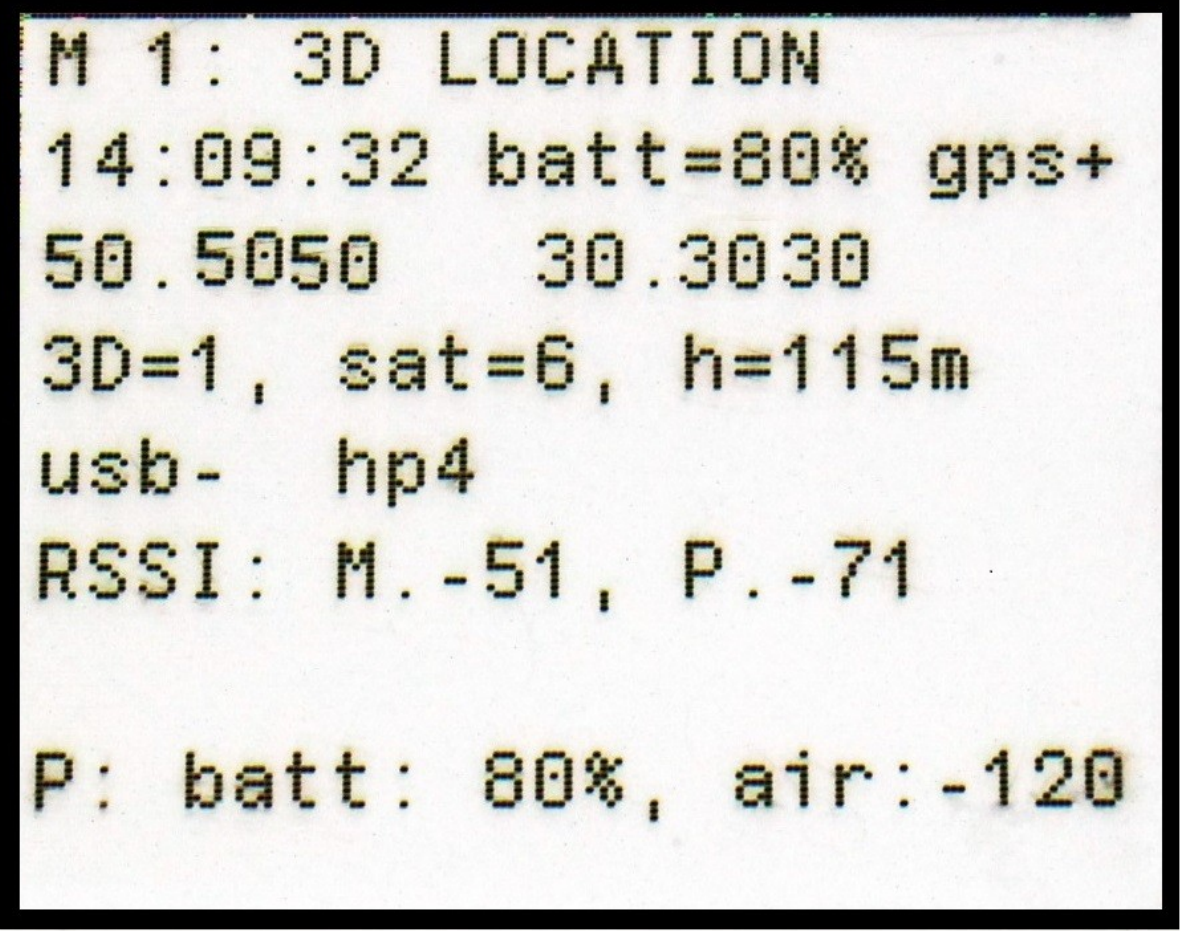
Нумерація команд керування

- 1 - надати координату зі статусом "3D-Fix";
- 2 - надати поточну координату;
- 3 - режим "History Points" — перегляд історії прийнятих координат;
- 4 - включити GPS-модуль;
- 5 - виключити GPS-модуль;
- 6 - тест репітера;
- 7 - подати звуковий сигнал;
- 8 - подати світловий сигнал;
- 9 - включити режим "Пеленг" (на дисплеї вказується частота, на якій маячок передає сигнал);

На кожную команду-запит приходить відповідь-підтвердження. Але лише з репітером це має гарантований характер.

Коли пульт отримує відповідь від маячка, він пікає 2 рази.

Інформація, яка виводиться на дисплей пульта



1 M 1: 3D LOCATION
2 14:09:32 batt=80% gps+
3 50.5050 30.3030
4 3D=1, sat=6, h=115m
5 usb- hp4
6 RSSI: M.-51, P.-71
7
8 P: batt: 80%, air:-120

Рис.5 Приклад інформації на дисплеї пульта

1. (де перша цифра – це номер рядка на дисплеї)
 - 1.1. M1 - номер маячка, від якого отримано відповідь.
 - 1.2. "3D LOCATION" - статус точки, може бути "3D FIX", "CURRENT" чи "GPS FAIL"
2.
 - 2.1. "14:09:32" - час, коли отримано координату (варто під рукою мати годинник)
 - 2.2. "batt=80%" - рівень заряду акумулятора.
 - 2.3. "gps+" - GPS-модуль включено. Якщо стоїть знак "мінус" - то виключено.
3.
 - 3.1. "50.4800 30.7500" - координати точки в системі координат WGS-84. Формат: DD.DDDD. Назвемо цей формат google.maps, бо гугловські карти сприймають саме його.
- 4.

- 4.1. "3D=1" - якщо 1, то "3D-Fix". Якщо 0 -то точність координат низька.
- 4.2. "sat=6" - кількість доступних супутників.
- 4.3. "h=115m" - дані про висоту. Виключно щоб оцінити наскільки вірно обраховані координати.
5.
 - 5.1. "usb-" зарядка через USB порт не здійснюється. Якщо "+" - йде зарядка.
 - 5.2. "hp4" - History Points 4 штуки. Під час радіообміну інформація,отримана від маячків, зберігається в оперативній пам'яті. Для кожного маячка відведено 9 комірок пам'яті, в яких зберігається до 9 останні точок. Це на випадок, якщо спочатку зв'язок з маячком вдалося встановити, а потім він неочікувано пропав. В такому випадку можна переглянути історію. Доступ до історії по команді №3. Формат команди звичайний: 'номер_маячка' + '3' + '#'. Перегляд точок клавішами 1..9, де 1 - найновіша координата, а 9 - найстаріша. Вийти з режиму - натиснути "зірочку".
6.
 - 6.1. "RSSI: M.-51, P.-71" - рівень (ослаблення) прийнятого сигналу. Для оцінки дальності. М - маячок. Р- пульт. Діапазон значень -50.. -120dBm. Якщо пульт зв'язується з маячком напряду, то ці значення мають бути однакові. Якщо ж зв'язок між маячком та пультом здійснюється через репітер, то ці значення будуть різні. Як і показано на прикладі. В даному випадку репітер знаходиться ближче до маячка, чим до пульта.
7.
 - 7.1. "E2: CRC_error" - можливі помилки. Це для тестування. Зараз є 5 помилок на кшталт Rx_size_error, wrong_cmd, GPS_fail.
8.
 - 8.1. "P:" - інформація про пульт.
 - 8.2. "batt:80%, акумулятор 80%.
 - 8.3. "air:-119" - рівень сигналу на основній частоті роботи маячка. "-119" - сигнал слабкий, тобто ефір чистий. Якщо буде значення 30..50 значить десь поруч є джерело сигналу на тій самій частоті. і не факт, що зв'язок з маячком вдасться встановити.

Репітер

Оскільки Земля кругла, то коли дрон знаходиться на поверхні землі, а пульт в руках у оператора, то максимальна дальність зв'язку обмежена відстанню десь в 1 км. Щоб радикально (до 15 км) збільшити дальність в систему додається репітер. Для цього необхідно його закріпити на високій щоглі чи підняти в небо на іншому дроні.

Додавання репітера не тільки збільшує дальність. Також репітер контролює проходження пакетів, а у разі відсутності відповіді повторює в ефір останню команду.

Щоб перевірити справність репітера є команда №6. У відповідь на цю команду репітер пропікає, а на дисплеї ми отримаємо рівень заряду акумулятора.

Репітер постійно прослуховує ефір, але включається в роботу тільки в разі необхідності.

Розглянемо на прикладі: оператор з пульта передає команду №2 (передати поточні координати). Якщо маячок надасть відповідь, а пульт підтвердить, що він отримав відповідь, то репітер жодного разу не продублює команду.

Якщо ж маячок не відповість, то репітер повторно пошле команду з запитом. І буде посилати доти, поки не отримає відповідь. На дисплеї пульта буде відображатися час, скільки тривають повтори.

Щоб випадково не розрядити акумулятор репітера зараз стоїть обмеження в 3 повтори.

Після того, як репітер отримав відповідь від маячка, він почне надсилати цю відповідь до пульта. Так само доти, поки пульт не надасть підтвердження про отримання, або не вичерпається ліміт в 3 повтори.

Щоб зупинити режим повтору є скорочена команда "0#", яку треба швидко набрати з пульта.

Скануванням ефіру займається саме репітер, а не пульт. Тому, щоб зупинити сканування необхідно виключити репітер. Або почекати 3 повтори, або швидко набрати скорочену команду "0#".

Захист від РЕР

- маячок постійно знаходиться в режимі радіо-тиші і виходить в ефір виключно по командні ззовні;
- мала потужність передавача — 0.1Вт;
- наявність ППРЧ;
- радіообмін зашифровано по AES-128;
- захист від віддзеркалення сигналу;

Захист від РЕБ

- протокол LoRaWan був спеціально створений для роботи в умовах завад, які створює промислове обладнання;
- спектральна густина сигналу — 4,8 Вт/МГц;

Циклограма роботи GPS-модуля

Для визначення координат на маячку встановлено GPS-модуль. Цей модуль споживає відносно високу потужність, тому тримати його постійно включеним не є раціональним.

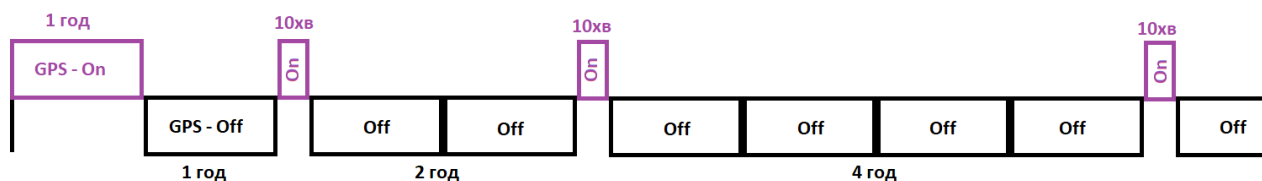


Рис.6 Циклограма роботи GPS-модуля.

Наразі модуль працює за наступним алгоритмом:

При включенні маячка на GPS-модуль подається живлення на одну годину. Такий час вибрано з розрахунку, що польотна місія дрона складає приблизно годину.

Далі живлення відключається на одну годину.

Через годину на GPS-модуль знову подається живлення, але лише на 10 хв, виключно щоб оновити координати. Якщо координати оновити не вдається, то GPS-модуль включиться ще раз, але вже через 2 години. І так далі, постійно збільшуючи час в виключеному стані. Це буде продовжуватися доти, поки не вдасться успішно оновити координати. Або до повного розряду акумулятора.

Також GPS-модуль можна включити та виключити віддалено командами з пульта. Після включення командою GPS-модуль автоматично буде відключено через 10 хв.

Швидкий старт

1. Включити маячок: натиснути ліву кнопку “Power” і тримати 3 секунди до появи звукового сигналу. Одразу відпустити. (Виключати так само).
2. Якщо маячок включився — то він програє коротку мелодію.
3. Для перевірки натиснути праву кнопку “Тест” - має пропікати рівень заряду акумулятора.
4. Разом зі включенням маячка активується GPS-модуль, але він активний лише одну годину, а потім відключається. Це для економії заряду акумулятора.
5. Покласти включений маячок на відкритій місцевості, щоб було вдосталь відкритого неба.
6. Якщо все гаразд, то десь за хвилину маячок обрахує свої координати. Отримати їх ми зможемо командою з пульта.
7. Команди керування складаються з трьох символів “11#”
 - перший символ “1”- це номер маячка
 - другий символ “1” - це команда на запит координат
 - третій символ “#” - підтвердження
8. замість “#” можна натиснути “*” - це буде відміна команди. Повторне натискання очищує дисплей пульта.
9. Якщо у відповідь на команду прийшли нулі — значить маячок не зміг отримати координати.
10. Щоб повторно включити GPS-модуль є команда “4”. За цією командою маячок активує GPS-модуль на 10хв.
11. Якщо знову отримали нулі, то можна запитати поточний інформацію з GPS-модуля. Це команда “2”. Набираємо “12#”. У відповідь можуть прийти як нулі, так і координати. Але це будуть координати без статусу “3D-fix”, тому до них треба ставитись обережно.
12. Пошук на звук. Команда №”7”. Маячок буде пікати.
13. Візуальний пошук блимаючого світлодіода. Команд № “8”.

Помилки в радіообміні

- E0: Rx_size_error - отримано менше байт, чим потрібно;
- E1: Rx_size_error - отримано більше байт, чим потрібно;
- E2: CRC_error- дані пошкоджено, спробуйте змінити орієнтацію антени або підняти вище;
- E3: double_cmd_error - повторна команда (атака віддзеркаленням);
- E4: alien_cmd_error — розшифровані дані містять помилки.

Зміст

	стор.
Комплектність	1
Призначення та технічні характеристики маячка	2
На платі маячка встановлено:	2
Маячок - вид плати зверху	3
Маячок - вид плати знизу	4
Включення маячка	4
Пошукові режими	5
Інформація, яку можна віддалено отримати від маячка	6
Стосовно відображення рівня заряду акумулятора	6
Пульти	7
Опис команд керування	7
Нумерація команд керування	8
Інформація, яка виводиться на дисплей пульта	9
Репітер	11
Захист від засобів РЕР	12
Захист від засобів РЕБ	12
Циклограма роботи GPS-модуля	13
Швидкий старт	14
Помилки в радіообміні	15
Зміст	16
Контакти	16

ФОП Левковець Бажен

+38 (063) 535-12-10

сайт:

bluecatch.vn.ua

Facebook:

[пошуковий маячок “Блукач”](#)