

Інструкція з тюнінгу під час роботи

Фільтр публікує вибрані константи як MAVLink `PARAM_*` , тому поведінку можна змінювати без оновлення прошивки.

Доступні параметри тюнінгу

Param	Значення	Default	Min	Max
RJ_BASE_M	Базові бокові обмеження повторного приєднання (м)	120	10	10000
RJ_SPD_MULT	Множник швидкості у формулі воріт	8	0	100
RJ_EXP_RMPS	Швидкість розширення воріт у DR1 (м/с)	8	0	200
RJ_EXP_MAXM	Максимальне розширення воріт (м)	200000	100	1000000
RJ_DOP2M	Масштаб HDOP у метри	20	0	200
RJ_HDOP_MUL	Множник HDOP	2	0	20
RJ_MIN_SATS	Мін. кількість супутників для повторного приєднання	8	4	30
RJ_MAX_HD	Макс. HDOP для повторного приєднання	2.5	0.5	10
RJ_LOIT_V	Поріг малої швидкості для loiter (м/с)	0.8	0	10
RJ_LOIT_MS	Час loiter перед розширенням воріт (мс)	8000	500	120000
RJ_LOIT_GM	Loiter-обмеження (м)	2500	10	1000000
RJ_STAB_MS	Вікно стабільності перед повторним приєднанням/blend (мс)	5000	500	120000
BLEND_MS	Тривалість blend DR1 → DR0 (мс)	10000	1000	120000
DR_LOCK_MS	Мін. блокувальне вікно DR1 (мс)	120000	0	600000
SP_JMP_MPS	Ліміт стрибка швидкості (м/с)	5000	50	20000
SP_ABS_M	Ліміт абсолютного стрибка позиції (м)	5000	100	50000
ARM_MIN_S	Мін. супутників для активації захистів	6	4	30

Param	Значення	Default	Min	Max
ARM_MAX_HD	Макс. HDOP для активації захистів	4	0.5	10
ARM_STABMS	Вікно стабільності для активації (мс)	2000	200	10000
ALT_BSATS	Мін. супутників для калібрування alt-bias	8	4	30
ALT_BHDOP	Макс. HDOP для калібрування alt-bias	2.5	0.5	10
ALT_CALM_V	Макс. вертикальна швидкість для «спокійного» вікна (м/с)	2	0.1	20
ALT_BCMS	Тривалість «спокійного» вікна (мс)	2000	200	30000
ALT_JMP_M	Абсолютний стрибок висоти (м)	80	5	500
ALT_RMPS	Поріг швидкості зміни висоти (м/с)	40	1	200
ALT_RDTMS	Мін. dt для висотного rate-захисту (мс)	600	100	5000
ALT_RDH_M	Мін. дельта-Н для rate-захисту (м)	20	1	200
ALT_BSEP_M	Розходження GNSS проти баро (м)	100	10	500
ALT_BSEPMS	Час утримання розходження (мс)	1500	100	20000
ALT_RJSEP	Макс. розходження висоти для повторного приєднання (м)	50	5	500
DR_NOFIX	Показувати NO_FIX у DR/blend (0/1)	1	0	1
RJ_REQEKF	Вимагати EKF ОК для повторного приєднання (0/1)	0	0	1
NUDGE_EN	Увімкнути DR1 nudge до GNSS (0/1)	1	0	1
NUDGE_MPS	Швидкість nudge (м/с)	8	0	50
NUDGE_FRAC	Макс. частка nudge за крок	0.5	0	1
EKF_TRIPMS	Час поганого EKF для DR1 (мс)	1500	200	10000
EKF_OKRJMS	Час доброго EKF для повторного приєднання (мс)	3000	200	20000
EKF_GRCMS	EKF-grace після виходу DR0 (мс)	7000	0	60000

Param	Значення	Default	Min	Max
BOOT_NSATS	Мін. супутників для boot north gate	6	4	30
BOOT_NHDOP	Макс. HDOP для boot north gate	4	0.5	10
BOOT_NSTAB	Вікно стабільності boot north gate (мс)	1000	200	20000
GN_HOTMS	Тригер hotstart watchdog (мс)	15000	1000	120000
GN_COLDMS	Тригер coldstart watchdog (мс)	45000	2000	300000
PT_ONLY	Лише режим pass-through (0/1)	1	0	1
FCGPS_FWD	Примусове пересилання на FC GPS навіть у DR1 (0/1)	0	0	1
NMEA_NOFIX	Виводити NMEA no-fix маяки (0/1)	0	0	1
LOG_MS	Період логів статусу (мс)	15000	1000	120000
NAV_AGEMS	Макс. вік NAV для валідного GPS (мс)	5000	200	60000
NAV_STALLMS	Поріг попередження про stall NAV (мс)	7000	500	120000
GNSS_SWAP	Обмін RX/TX GNSS UART (0/1)	0	0	1
SNR_EN	Увімкнути SNR-захист (0/1)	0	0	1
SNR_MSATS	Мін. супутників для SNR-захисту	8	4	30
SNR_DMAX	Макс. допустимий розкид SNR (max-min, dB-Hz)	6	1	40
SNR_MMAX	Мін. значення найсильнішого SNR (dB-Hz)	35	10	60
SNR_HOLDMS	Час утримання SNR-захисту до DR1 (мс)	1500	100	20000
SNR_MAXAGE	Макс. давність SNR-вибірки (мс)	2000	100	10000

Детальний опис параметрів

Обмеження повторного приєднання (rejoin) та таймінги

- **RJ_BASE_M**: Базові бокові обмеження для повторного приєднання (rejoin). Це стартова допустима відстань між синтетичною позицією та реальним GNSS. Збільшуйте для довгих

DR1; зменшуйте, щоб не приймати великі зміщення.

- **RJ_SPD_MULT**: Множник швидкості, який додається до воріт. Збільшує допуск на високих швидкостях. Надто великий — допускає великі стрибки, надто малий — заважає повторному приєднанню на швидкості.
- **RJ_EXP_RMPS**: Швидкість розширення воріт у DR1 (м/с). Дозволяє обмеженням збільшуватися з часом. Високі значення прискорюють повторне приєднання після довгих DR1, але знижують захист.
- **RJ_EXP_MAXM**: Максимальний ліміт розширення. **Не обмежує дальність польоту**, лише обмежує розмір воріт. Якщо замалий — повторне приєднання може не відбутися; якщо занадто великий — приймаються дуже великі відхилення.
- **RJ_DOP2M**: Перевід HDOP у метри для воріт. Вищі значення дають більші обмеження при поганій геометрії.
- **RJ_HDOP_MUL**: Додатковий множник для HDOP-терму. Дозволяє швидко змінювати вплив DOP.
- **RJ_MIN_SATS**: Мінімум супутників для повторного приєднання. Вищі значення — якісніше повторне приєднання, нижчі — швидше.
- **RJ_MAX_HD**: Максимальний HDOP для повторного приєднання. Нижче — суворіше.
- **RJ_LOIT_V**: Поріг малої швидкості для loiter-умови.
- **RJ_LOIT_MS**: Час перебування нижче порогу, після якого застосовується loiter-обмеження.
- **RJ_LOIT_GM**: Loiter-обмеження (перевизначення розміру воріт після таймера).
- **RJ_STAB_MS**: Вікно стабільності перед стартом повторного приєднання/blend. Довше — безпечніше, але повільніше.
- **BLEND_MS**: Тривалість blend DR1→DR0. Довше — м'якший перехід.
- **DR_LOCK_MS**: Мінімальне блокувальне вікно після входу в DR1. Під час блокування повторне приєднання заборонено.

Захист від спуфінгу (стрибки позиції)

- **SP_JMP_MPS**: Ліміт швидкості між фіксами. Перевищення → DR1 (після армінгу).
- **SP_ABS_M**: Абсолютний ліміт стрибка позиції за один фікс. Ловить телепорти.

Активація захистів (коли вмикаються перевірки)

- **ARM_MIN_S**: Мінімум супутників для активації.
- **ARM_MAX_HD**: Максимальний HDOP для активації.
- **ARM_STABMS**: Час стабільності для активації.

Висотні захисти

- **ALT_BSATS**: Мін. супутників для калібрування alt-bias.
- **ALT_BHDOP**: Макс. HDOP для калібрування alt-bias.
- **ALT_CALM_V**: Макс. вертикальна швидкість у «спокійному» вікні.
- **ALT_BCMS**: Тривалість «спокійного» вікна.
- **ALT_JMP_M**: Абсолютний стрибок висоти для DR1.
- **ALT_RMPS**: Поріг швидкості зміни висоти.
- **ALT_RDTMS**: Мін. час для gate-перевірки.
- **ALT_RDH_M**: Мін. зміна висоти для gate-перевірки.
- **ALT_BSEP_M**: Допустиме розходження GNSS проти баро.
- **ALT_BSEPMS**: Час утримання розходження.
- **ALT_RJSEP**: Макс. розходження висоти для повторного приєднання.

Поведінка DR

- **DR_NOFIX**: Показує NO_FIX у DR1/blend, щоб FC не використовував GNSS.
- **PT_ONLY**: Лише режим pass-through без синтетики/blend.
- **FCGPS_FWD**: Примусово пересилає GNSS навіть у DR1. Використовуйте тільки для діагностики.
- **NMEA_NOFIX**: Додаткові NMEA no-fix повідомлення (опційно).

EKF-умови

- **RJ_REQEKF**: Вимагає EKF OK перед повторним приєднанням.
- **EKF_TRIPMS**: Час поганого EKF для DR1.
- **EKF_OKRJMS**: Час доброго EKF для повторного приєднання (якщо ввімкнено RJ_REQEKF).
- **EKF_GRCMS**: Grace-період після виходу з DR1.

Boot north gate

- **BOOT_NSATS**: Мін. супутників для старту публікації GNSS.
- **BOOT_NHDOP**: Макс. HDOP для старту.
- **BOOT_NSTAB**: Вікно стабільності для старту.

Watchdog відновлення GNSS

- **GN_HOTMS**: Час з нульовими супутниками до hotstart.
- **GN_COLDMS**: Час з нульовими супутниками до coldstart.

Обробка GNSS та логи

- **LOG_MS**: Період статус-логів.
- **NAV_AGE_MS**: Макс. вік NAV для валідного GNSS.
- **NAV_STALL_MS**: Попіг stall-попередження.
- **GNSS_SWAP**: Обмін RX/TX GNSS UART під час роботи.

SNR-захист (близький глушник/спуфер)

- **SNR_EN**: Увімкнення SNR-захисту.
- **SNR_MSATS**: Мін. супутників для оцінки.
- **SNR_DMAX**: Макс. допустимий розкид SNR (max-min).
- **SNR_MMAX**: Мін. значення найсильнішого SNR.
- **SNR_HOLD_MS**: Час утримання умови до DR1.
- **SNR_MAX_AGE**: Макс. давність вибірки SNR.

Збереження

- Зміни застосовуються одразу.
- Фільтр автоматично зберігає у NVM приблизно через 1,5 с після останньої зміни.

Використання tools/tune_cli.py

Встановіть залежність:

```
python -m pip install pymavlink
```

Список поточних значень:

```
python tools/tune_cli.py --port COM12 --baud 115200 list
```

Читання одного значення:

```
python tools/tune_cli.py --port COM12 --baud 115200 get BLEND_MS
```

Запис одного значення:

```
python tools/tune_cli.py --port COM12 --baud 115200 set RJ_BASE_M 180
```

Експорт профілю:

```
python tools/tune_cli.py --port COM12 --baud 115200 export tune_baseline.json
```

Імпорт профілю:

```
python tools/tune_cli.py --port COM12 --baud 115200 import tune_baseline.json
```

Строгий імпорт (помилка на невідомих ключах):

```
python tools/tune_cli.py --port COM12 --baud 115200 import tune_baseline.json --strict
```

Практичний робочий процес

1. Експортуйте базовий JSON.
2. Змінійте 1–2 параметри за раз.
3. Льотні тести та логи.
4. Зберігайте перевірені JSON-профілі для швидкого відкату.

Примітки:

- GNSS_SWAP застосовується одразу і запускає переналаштування GNSS.
- Якщо після GNSS_SWAP GNSS зник, поверніть значення назад.

Приклади тригерів

Ці приклади передбачають, що захисти вже активовані (ARM_MIN_S , ARM_MAX_HD , ARM_STABMS).

Тригер розкиду SNR (SNR-захист)

Налаштування:

- SNR_EN=1
- SNR_MSATS=8
- SNR_DMAX=6

- SNR_MMAX=35
- SNR_HOLDMS=1500
- SNR_MAXAGE=2000

Викликає DR1:

- 12 супутників, C/N0 у діапазоні 36..40 dB-Hz понад 1,5 с.
- max=40 , min=36 , span=4 (≤ 6), і найсильніший сигнал ≥ 35 .

Не викликає DR1:

- Той самий вузький розкид, але max=30 ($< \text{SNR_MMAX}$), або вибірка застаріла ($\text{age} > \text{SNR_MAXAGE}$), або супутників менше SNR_MSATS .

Тригер стрибка позиції

Налаштування:

- SP_ABS_M=5000
- SP_JMP_MPS=5000

Викликає DR1:

- Один фікс стрибнув ~12 км за ~1 с (12000 м > обох лімітів).

Не викликає DR1:

- 50 м за 1 с.

Тригер абсолютного стрибка висоти

Налаштування:

- ALT_JMP_M=80

Викликає DR1:

- Висота GNSS змінилась з 120 м до 230 м за одне оновлення (+110 м).

Не викликає DR1:

- Нормальні зміни в межах порогу.

Тригер швидкості висоти

Налаштування:

- ALT_RMPS=40
- ALT_RDTMS=600
- ALT_RDH_M=20

Викликає DR1:

- ~30 м за 600 мс (50 м/с і $\Delta H \geq 20$ м).

Не викликає DR1:

- 10 м за 1 с (10 м/с) або короткі/шумні зміни нижче ALT_RDH_M .

Тригер розходження висоти і баро

Налаштування:

- ALT_BSEP_M=100
- ALT_BSEPMS=1500

Викликає DR1:

- Стійке розходження GNSS проти баро > 100 м понад 1,5 с.

Не викликає DR1:

- Короткі піки, що зникають до завершення таймера.

Тригер EKF

Налаштування:

- EKF_TRIPMS=1500

Викликає DR1:

- EKF повідомляє поганий стан горизонталі (або glitch/accel error) безперервно > 1,5 с.

Не викликає DR1:

- Короткі збої EKF менші за EKF_TRIPMS .

Приклади повторного приєднання (rejoin)

Швидке повторне приєднання (м'якші налаштування)

- RJ_MIN_SATS=8
- RJ_MAX_HD=2.5
- RJ_STAB_MS=5000
- RJ_REQEKF=0

Повторне приєднання починається після стабільних перевірок RJ_STAB_MS , далі запускається blend BLEND_MS .

Консервативне повторне приєднання

- RJ_REQEKF=1
- EKF_OKRJMS=5000
- DR_LOCK_MS=120000

Навіть при доброму GNSS повернення в DR0 чекає на вікно EKF OK і завершення блокування.