

Стисле посилання на цей переклад: <https://bit.ly/BetaflightFiltersSetup>



Нижче вчитаний людьми машинний український переклад оригіналу. Для [VictoryDrones](#) переклад вчитали: Faina, Samsonovych. Хочете покращити переклад чи знайшли помилку? — Лишіть коментар (Ctrl+Alt+M або "Меню" > "Вставка" > "Коментар"). Ми теж живі люди (як і ви) і робим помилки. Роботи їх, до речі, також роблять 😊

Як налаштувати RPM-фільтри у Betaflight і досягти плавного польоту FPV

1 квітня 2023 року

Налаштувати фільтри з урахуванням обертів за хвилину моторів *[RPM-фільтри]* в Betaflight просто. Вам потрібно перекоонатися, що ви маєте оновлені мікропрограми FC *[польотного контролера]* і ESC *[електронного контролера швидкості]*. Якщо ви вважаєте, що офіційні інструкції заскладні, цей стислий посібник може виявитися корисним. RPM-фільтр призначений для зменшення впливу шумів моторів на гіроскоп, що сприяє покращенню польотних характеристик *[прим. пер.: зменшує енерговитрати на зайві корекції вібрацій польотником]*. Багато пілотів вважають RPM-фільтр найкращим варіантом фільтрації в Betaflight, тому його точно варто вивчити.

Шукаєте нові ESC, які підтримують RPM-фільтрацію? Перегляньте мої рекомендації: <https://oscarliang.com/esc/#ESC-Recommendations>

Деякі посилання на цій сторінці є партнерськими. Я [автор англomовної версії Оскар Ланг] отримую комісію (без додаткових витрат для вас), якщо ви робите покупку після натискання одного із цих партнерських посилань. Це допомагає підтримувати безкоштовний контент для спільноти на цьому веб-сайті. Будь ласка, прочитайте нашу [Політику партнерських посилань](#) для отримання додаткової інформації.

Зміст

[Що таке RPM-фільтр?](#)

[Оновіть мікропрограмне забезпечення ESC](#)

[Оновіть Betaflight](#)

[Конфігурація Betaflight](#)

[Зменшення фільтрації](#)

[Перевірка роботи RPM-фільтра на дроні](#)

[Висновок](#)

[Історія редагування](#)

Що таке RPM-фільтр?

Режекторні фільтри дуже ефективно усувають шум, що призводить до меншої затримки сигналу порівняно з фільтрами низьких частот із таким самим рівнем послаблення шуму. Ви можете дізнатися більше про фільтри в [купці Betaflight Filter 101](#).

Проблема полягає у відстеженні пікової частоти шуму. Хоча динамічний фільтр робить це відносно добре, він відстежує лише одну частоту. Оскільки мотори дрона можуть обертатися з різним числом об/хв, вони створюють шум на різних частотах.

RPM-фільтр Betaflight — це потужний інструмент, який дає змогу польотному контроллеру ["*пільотніку*"] відстежувати швидкість обертання (RPM) двигунів за допомогою двонаправленого DShot і встановлювати кілька режекторних фільтрів прямо на цю частоту та її гармоніки. Ця функція допомагає усунути реакцію польотника на вібрацію, спричинену моторами та пропелерами, зрештою покращуючи польотні характеристики.

Оновіть прошивку ESC

[ESC: електронний контролер швидкості, "регуль"]

Перед тим як почати – ТРЕБА ЗНЯТИ ВСІ ПРОПЕЛЕРИ.

Оновіть свій BLHeli_32 ESC до останньої версії (версії 32.7 або новішої), яка дозволяє використовувати «**двонаправлений DShot**» – необхідну функцію для RPM-фільтра. Ось як оновити BLHeli_32:

<https://oscarliang.com/connect-flash-blheli-32-esc/>

Для BLHeli_S ESC – встановити прошивку Bluejay, щоб використовувати RPM-фільтри: <https://oscarliang.com/bluejay-blheli-s/> *[перекладено українською: https://bit.ly/LiangFlashBluejay-BLHeli_S/]*

Оновіть Betaflight

Оновіть свій FC до останньої версії Betaflight (4.1 або новішої), перегляньте цей посібник про те, як оновити Betaflight: <https://oscarliang.com/flash-update-betaflight/>

Конфігурація Betaflight

На вкладці "**Конфігурація**" запам'ятайте свою частоту циклу PID. Ви можете вибрати між 4 або 8 кГц залежно від ваших уподобань і навантаження на процесор (переконайтеся, що воно не перевищує 75% відповідно до рекомендацій розробників Betaflight). Польотні контролери F4 зазвичай підтримують 4 кГц, тоді як F7 і H7 підтримують 8 кГц. Якщо ваш FC використовує гіроскоп BMI270, ви можете встановити його лише на 3,2 кГц незалежно від процесора.

System configuration

Note: Make sure your FC is able to operate at these speeds! Check CPU and cycletime stability. Changing this may require PID re-tuning. TIP: Disable Accelerometer and other sensors to gain more performance.

Note about 32 kHz gyro sampling mode: Support for 32 kHz gyro sampling mode was added to Betaflight as an experimental feature. In the years that it was available, it has never shown that it has any advantage over 8 kHz gyro sampling mode, due to its susceptibility to vibrations, and its high noise level which require aggressive filtering, causing delays in the control loop. For this reason, **support for 32 kHz gyro sampling mode has been dropped** in Betaflight 4.0.

4 kHz

Gyro update frequency

4 kHz

PID loop frequency

☒


Accelerometer

☐

Barometer (if supported)

☐

Magnetometer (if supported)



Конфігурація системи

Примітка: Переконайтеся, що ваш FC може працювати на цих швидкостях! Перевірте стабільність ЦП та часу циклу. Зміна цих параметрів може вимагати переналаштування PID. Порада: Вимкніть акселерометр та інші датчики, щоб отримати більшу продуктивність.

8.00 kHz

Частота оновлень гіроскопа

4.00 kHz

Частота циклу PID

☒

Акселерометр

☐

Барометр (якщо підтримується)

☐

Магнітометр (якщо підтримується)

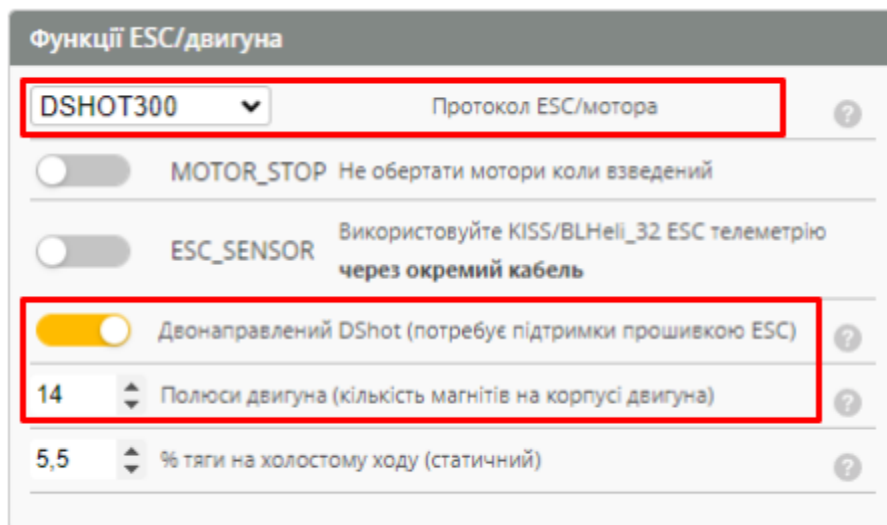
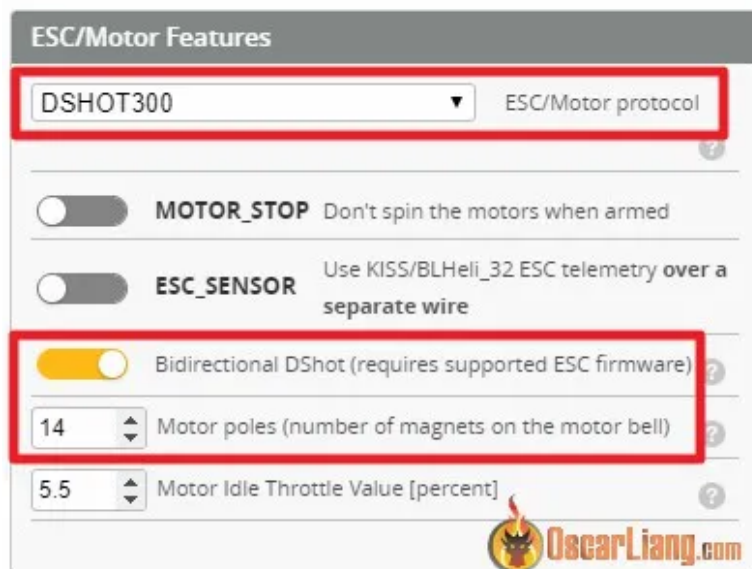
Перейдіть на вкладку "Двигуни".

Для "Частоти циклу PID" 3,2 кГц і 4 кГц виберіть протокол **ESC DShot300**, а для "Частоти циклу PID" 8 кГц виберіть протокол **DShot600**.

Для користувачів BLHeli_S ESC параметри залежать від **процесору ESC**:
Використовуйте частоту циклу 4 КГц або 3,2 К (BMI270) і **DShot300** для ESC типу "H" (процесор BB2).

Використовуйте частоту циклу 2К або 1,6К (BMI270) і **DShot150** для ESC типу "L" (процесор BB1).

Увімкніть "**Двонаправлений DShot**" і встановіть відповідні полюси двигуна.



Щоб визначити полюси двигуна, порахуйте магніти на корпусі двигуна. Стандартні значення:

- 14 полюсів у двигунах 22XX, 23XX, 24XX
- 12 полюсів у двигунах 08XX, 11XX, 12XX, 13XX, 14XX, 16XX

Порахуйте, щоб не було неприємних сюрпризів. Якщо ви введете неправильне число, фільтрація не працюватиме належним чином (вона не повідомлятиме правильні оберти/хвилину).



На вкладці “**Двигуни**” [Motors] помилка **DShot** може мати значення **100%**.

“**E: 100.00%**” – це нормально.



“**E**” має впасти до 0.00% після підключення батареї [прим. пер.: всі маніпуляції з підключенням батареї - тільки зі знятими пропелерами]. Але якщо цього не відбувається, то значить щось пішло не так — спробуйте зменшити частоту циклу, якщо працюєте на 8K/8K.

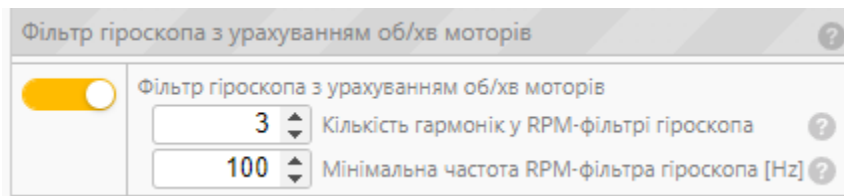
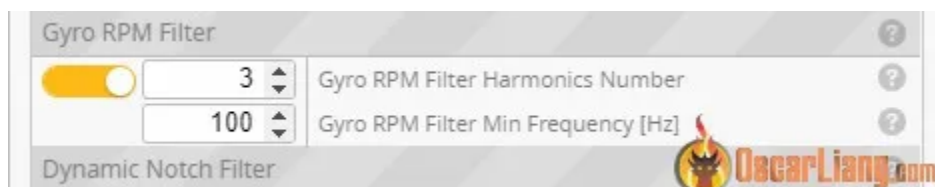


Якщо помилка показує "E: 0.00%", то тепер перевірте двигуни, обережно піднявши повзунки, щоб переконатися, що вони працюють належним чином.



На вкладці "Налаштування PID" [PID Tuning] під "Налаштування фільтрів" [Filter Settings] є "Фільтр гіроскопа з урахуванням об/хв моторів" [Gyro RPM Filter] і він мусить вмикатись автоматично після увімкнення "Двонаправлений Dshot", але про всяк випадок перевірте самі, чи він увімкнувся.

За замовчуванням "Фільтр гіроскопа з урахуванням об/хв моторів" націлений на 3 гармоніки для кожного мотору на кожній осі, що становить 36 режекторних фільтрів. Регулювання "Кількість гармонік" може покращити ефективність фільтрації шуму або мінімізувати затримку, але зазвичай достатньо "3".



Після перезавантаження польотного контролера введіть **"tasks"** у інтерфейс командного рядка *[CLI: command-line interface]*.

Перевірте, чи значення **"Gyro/PID rate/hz"** *[частота/гц гіроскопу/PID]* наближається до вашого часу циклу (наприклад, для 4K/4K – близько 4000). Якщо різниця перевищує 1% (± 40), вона вважається нестабільною, і вам слід зменшити час циклу та перевірити ще раз.

```
#
# tasks
Task list
```

	rate/hz	max/us	avg/us	maxload	avgload	total/ms
00 - (SYSTEM)	9	4	0	0.5%	0.0%	0
01 - (SYSTEM)	999	316	1	32.0%	0.5%	68
02 - (GYRO/PID)	4000	80	67	32.5%	27.3%	1164
03 - (ACC)	998	17	12	2.1%	1.6%	66
04 - (ATTITUDE)	99	10	7	0.5%	0.5%	3
05 - (RX)	32	34	19	0.6%	0.5%	3
06 - (SERIAL)	99	176881	4	1751.6%	0.5%	335
07 - (DISPATCH)	998	2	0	0.6%	0.0%	2
08 - (BATTERY_VOLTAGE)	49	3	1	0.5%	0.5%	0
09 - (BATTERY_CURRENT)	4	4	2	0.5%	0.5%	0
10 - (BATTERY_ALERTS)	4	4	1	0.5%	0.5%	0
11 - (BEEPER)	99	5	1	0.5%	0.5%	0
21 - (OSD)	59	476	11	3.3%	0.5%	4
23 - (CMS)	59	3	0	0.5%	0.0%	0
24 - (VTXCTRL)	6	1	0	0.5%	0.0%	0
25 - (CAMCTRL)	6	1	0	0.5%	0.0%	0
27 - (ADCINTERNAL)	4	3	0	0.5%	0.0%	0
28 - (PINIOBOX)	18	2	0	0.5%	0.0%	0
RX Check Function		2	1			0
Total (excluding SERIAL)				76.6%	32.9%	

Write your command here. Press Tab for AutoComplete.

А тепер випробуйте свій квадрокоптер. Він має працювати добре, але подальше налаштування параметрів фільтрації може покращити його продуктивність. У мене є посібник із детальними інструкціями як налаштувати RPM-фільтр:

<https://oscarliang.com/pid-filter-tuning-blackbox/#Filters-Tuning>

Зменшення фільтрації

Просто увімкнувши RPM-фільтр, і не роблячи нічого іншого, ви зможете досягти плавнішого польоту дрону і його двигуни будуть прохолоднішими. Але вам треба буде скористатися функцією заглушення шумів через RPM-фільтр, щоб зменшити потребу у фільтрах низьких частот. Це покращить польотні характеристики і зменшить трясучку *[стрибки потужності при реакції польотника на турбулентність]*.

Після ввімкнення RPM-фільтра, Betaflight автоматично зменшує **Динамічний режекторний фільтр** (число режекторів зменшується з 3 до 1, добротність *[Q factor]* звужується з 300 до 500). Перевірте свій дрон, щоб побачити, як він реагує на цю зміну.

Якщо двигуни залишаються холодними, розгляньте можливість зменшення фільтрації гіроскопа та **Д-коефіцієнту**.

Ми будемо використовувати два повзунки у верхній частині вкладки фільтра (“**Множник фільтра гіроскопа**” *[Gyro Filter Multiplier]* та “**Множник фільтра Д-коефіцієнту**” *[D term Filter Multiplier]*). Ці повзунки автоматично регулюють значення фільтра, коли ви пересуваєте їх ліворуч або праворуч.

Note: Sliders range is restricted because you are not in expert mode. This range should be suitable for most builds and beginners.

		More Filtering	Default Filtering	Less Filtering	
Gyro Filter Multiplier:	1.2	<input type="range" value="1.2"/>			?
D Term Filter Multiplier:	1.2	<input type="range" value="1.2"/>			?

Налаштування профілю PID
Налаштування Rateprofile
Налаштування фільтру

Примітка: динамічний вузькосмуговий фільтр вимкнено. Щоб налаштувати та використовувати його, увімкніть функцію «DYNAMIC_FILTER» у розділі «Інші функції» вкладки «Конфігурація». Також переконайтеся, що частота циклу PID становить принаймні 2 кГц.

Примітка: Повзунки вимкнено, оскільки значення було змінено вручну. Натискання кнопки «Увімкнути повзунки» знову активує повзунки. Це призведе до скидання значень, а всі незбережені зміни буде втрачено.

Увімкнути повзунки

		Більше фільтрації	Фільтрація за замовчуванням	Менше фільтрації	
Множник фільтра гіроскопа:	1.3	<input type="range" value="1.3"/>			?

Незалежні від профілю налаштування фільтра

Фільтри нижніх частот гіроскопа

☒ Динамічний фільтр нижніх частот гіроскопа

Частота зрізу [Hz]
 Частота зрізу [Hz]
 Фільтр нижніх частот гіроскопа 1, динамічний тип

☐ Фільтр нижніх частот гіроскопа 1

Частота зрізу [Hz]
 Тип фільтра нижніх частот гіроскопа 1

☒ Фільтр нижніх частот гіроскопа 2

Статична частота зрізу [Hz]
 Тип фільтра

Вузькосмуговий режекторний фільтр гіроскопа

☐ Вузькосмуговий режекторний фільтр гіроскопа 1

☐ Вузькосмуговий режекторний фільтр гіроскопа 2

Фільтр гіроскопа з урахуванням об/хв моторів

☒ Фільтр гіроскопа з урахуванням об/хв моторів

Кількість гармонік у RPM-фільтрі гіроскопа
 Мінімальна частота RPM-фільтра гіроскопа [Hz]

Динамічний вузькосмуговий режекторний фільтр

☐ Динамічний вузькосмуговий режекторний фільтр

Налаштування фільтра, залежні від профілю

Низькочастотні фільтри D-коефіцієнта

☒ Динамічний фільтр нижніх частот D-коефіцієнта

Мін. частота зрізу [Hz]
 Макс. частота зрізу [Hz]
 Тип динамічного фільтру

☐ Фільтр нижніх частот D-коефіцієнта 1

Статична частота зрізу [Hz]
 Тип фільтра

☒ Фільтр нижніх частот D-коефіцієнта 2

Статична частота зрізу [Hz]
 Тип фільтра

Режекторний фільтр D-коефіцієнта

☐ Режекторний фільтр D-коефіцієнта

Фільтр низьких частот ристання

☐ Фільтр низьких частот ристання

Оновити
Зберегти

Спочатку спробуйте виключити **Вузькосмуговий режекторний фільтр гіроскопа 1 [Gyro Lowpass 1]** (але ніколи не виключайте **Вузькосмуговий режекторний фільтр гіроскопа 2** щоб підтримувати згладжування). Якщо двигуни не нагріваються, продовжуйте. Якщо нагріваються, знову включіть **Вузькосмуговий режекторний фільтр гіроскопа 1**.

Потім поступово перемістіть обидва повзунки вправо, щоб зменшити фільтрацію, перевіряючи дрон після кожного налаштування. Перевірте температуру двигунів та

визначте, чи можна ще зменшити фільтрацію. Майте на увазі, що навіть із холодними двигунами недостатня фільтрація може негативно вплинути на продуктивність вашого дрона. Температура двигуна — не єдиний фактор!

Це ми лише поверхнево розглянули тему. Для глибшого занурення перегляньте мій посібник про те, як правильно налаштувати фільтри за допомогою Blackbox:

<https://oscarliang.com/pid-filter-tuning-blackbox/#Filters-Tuning>

Перевірка роботи RPM-фільтра на дроні

Щоб перевірити, чи RPM-фільтр активний на вашому дроні, перейдіть на вкладку **“Двигуни”** у Betaflight і розкрутіть двигун. Під числом **“Тяга”** ви повинні побачити **“число R”**, яке представляє оберти двигуна в реальному часі.



Якщо номер R відсутній, фільтр RPM не активний на вашому квадрокоптері [прим. пер.: або ESC не віддає оберти за хвилину через двонаправлений DSHOT - тоді це питання - а чи прошили ви Bluejay].

Висновок

Висновок: налаштування RPM-фільтра у Betaflight значно покращує польотні характеристики дрона, зменшуючи вплив шуму і вібрації від моторів на дані гіроскопа. Дотримуючись цього посібника, ви зможете впевнено активувати й оптимізувати фільтри на основі обертів моторів, що дозволить вам насолоджуватися плавнішими польотами та кращою загальною продуктивністю дрона. Щасливого польоту!

Історія редагування

- Травень 2019 р. – опубліковано вступ до RPM
- Січень 2020 р. – додано посібник із налаштування
- Вересень 2022 р. – Оновлено "Видалити фільтрування" на основі змін у Betaflight 4.3
- Квітень 2023 р. – Оновлений посібник для BF4.4