

УДК 623.746.-519(043.2)

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ КРИТЕРІЇВ ДЛЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ БПЛА**Данило Калініченко***Національний авіаційний університет, Київ**Науковий керівник – Людмила Благая, к.т.н., доц.*

Ключові слова: критерії вибору, навігаційне обладнання, БПЛА

В час значного розвитку технологій, перед інженером постає вибір, яке обладнання, що представлено на ринку, доцільніше буде використовувати для тих, чи інших задач. Так як варіантів для вибору може бути дуже багато, а їх неправильне обрання може мати негативні наслідки, тому можливість обирати обладнання для заданих потреб методом вибору за певними критеріями, конкретно, критерієм Вальда, Лапласа, Севіджа, Гурвіца має стати на допомогу при проектуванні та виготовленні нових систем.

Питання з вибором бортових приладів може бути актуальним наприклад у сфері навігації. Навігаційні системи умовно можна розділити на інерціальну та електронну. До інерціальної системи відносяться інерційний вимірювальний блок – пристрій, який може надавати усі необхідні значення, а саме кутову швидкість, прискорення тощо. Складається зазвичай з акселерометрів, гіроскопів, та магнітометрів, і є автономним. До електронних можна віднести GNSS приймачі, які дозволяють працювати з системами GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou, тобто, з супутниковою навігацією [1]. Саме тому і постає питання, яке обладнання з доступних навігаційних систем можна використовувати.

Для прикладу порівнюватися буде навігаційне обладнання, конкретно GNSS приймач EPSKit-7 та інерціальний блок IMU-NAV-100, як дві різні навігаційні системи. Повністю відкалібрований, з температурною компенсацією, математично вирівняний за ортогональною системою координат, блок IMU містить гіроскопи зі стабільністю дрейфу нуля до 0,5 град/годину та акселерометри з похибкою до 0,003 mg, які мають дуже низький рівень шуму та високу надійність. EPSKit разом з антеною має надлегку вагу та малі габарити з метою використання на борту БПЛА. У пристроях EPSKit закладений принцип реєстрації «сирих» GNSS вимірювань з наперед заданим темпом і фіксацією, так званих, EVENT-маркерів або маркерів подій від однієї або декількох цифрових камер. Приладом фіксується момент часу надходження маркера з похибкою до 20 нс і поточні (навігаційні) координати приймальної антени, відповідні даному моменту часу [3]. Для порівняння створюється матриця рішень, що представлена в таблиці 1.

Таблиця 1. Матриця рішень.

		Габарити	Вага	Точність	Завадостійкість
A ₁	Інерціальний блок IMU-NAV-100	6	4	2	8
A ₂	GNSS приймач EPSKit-7	4	3	7	1

Провівши порівняльну оцінку зроблено наступні висновки, що по фактору “Габарити”, інерціальний блок отримав оцінку більшу, ніж GNSS приймач, оскільки логічно, є меншим, проте їх габарити не дозволили дати їм вищу оцінку; “Вага” – інерціальний блок отримав оцінку більшу, ніж GNSS приймач, оскільки має меншу вагу, проте вважаю вагу в 100/120 негідною оцінки більше, ніж 4/3 відповідно; “Точність” – надав більшу оцінку GNSS приймачу, тому що хоч точність супутникових навігаційних систем і складає 10-15 метрів, вона все ж наявна, в той же час інерціальна система не може постійно працювати автономно в силу наявності монотонно виникаючих похибок, виникаючих внаслідок дрейфу нуля акселерометрів та гіроскопів [2]; “Завадостійкість” – інерціальний блок отримав оцінку більшу, ніж GNSS приймач, оскільки має змогу автономно працювати при діях тієї ж самої РЕБ, проте у випадку електронної ЛА з великою вірогідністю буде втрачений.

Отже, за наявності матриці рішень, перейдемо до розрахунку.

Критерій Вальда	Критерій Лапласа	Критерій Севіджа
A ₁ = min (6; 4; 2; 8) = 2	A ₁ = (6 + 4 + 2 + 8) / 4 = 5	A ₁ = max (6; 4; 2; 8) = 8
A ₂ = min (4; 3; 7; 1) = 1	A ₂ = (4 + 3 + 7 + 1) / 4 = 3,75	A ₂ = max (4; 3; 7; 1) = 7
Критерій Гурвіца A ₁ = (max (6; 4; 2; 8) + min (6; 4; 2; 8)) / 2 = 5		
A ₂ = (max (4; 3; 7; 1) + min (4; 3; 7; 1)) / 2 = 4		

Провівши вирішення за всіма критеріями, до таблиці 2 занесено отримане оптимальне рішення по вибору обраного типу обладнання, що проведено математично за допомогою обраних критеріїв.

Таблиця 2. Результати оптимального рішення

		Габарити	Вага	Точність	Завадостійкість	Вальда	Лапласа	Гурвіца	Севіджа
		Характеристики				Критерії			
A ₁	Інерціальний блок IMU-NAV-100	6	4	2	8	2	5	5	8
A ₂	GNSS приймач EPSKit-7	4	3	7	1	1	3,75	4	7

Отже, оптимальним рішенням буде використання інерціальної навігації. Проте я рекомендую використання гібридних навігаційних систем, тобто таких, в яких можливо використання як інерціальної навігації, так і супутникової.

Використання методів вибору за критеріями Вальда, Лапласа, Гурвіца та Севіджа є універсальним, оскільки ми маємо змогу обирати будь яке обладнання, обравши необхідні характеристики, яких може бути безліч та давати їм об'єктивну оцінку, аби отримати оптимальний варіант.

Список використаних джерел:

1. Особливості навігаційного обладнання БПС в сучасних умовах / Л. Благая, І. Бурейко// Сталій розвиток глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху CNS/ATM: всеукраїнська наук.-техн. конф., 29-31 травня 2023 р.: тези доп. – Київ: НАУ, 2023. – С. 15
2. Теорія і практика прийняття рішень в аеронавігації / В.П.Харченко, Т.Ф.Шмельова, Ю.В.Сікірда. / К.: НАУ, 2017, 393 с.
3. EPSKit-7: багаточастотний GNSS приймач. Режим доступу: <https://gnss.com.ua/uk/product/epskit-7/>