

Додаток 7
до Переліку технічних завдань та тематик спільних прикладних наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок за запитом ініціатора, які будуть внесені на конкурс для відбору виконавців

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ РОБОТИ

Ініціатор: суб'єкт малого підприємництва (найменування не оприлюднюється з міркувань безпеки)

1. Назва науково-технічної роботи (далі – НТР)

Розроблення технології та макетного зразка бортового модуля автономного визначення координат і просторової орієнтації безпілотних літальних апаратів в умовах придушення або підміни сигналів глобальних навігаційних супутникових систем.

2. Назва пріоритетного напрямку конкурсу

Технологічне оновлення та розвиток сфер національної безпеки і оборони.

3. Мета і вихідні дані для виконання НТР

3.1. Найменування Ініціатора

Суб'єкт малого підприємництва відповідно до частини 4 статті 2 Закону України "Про особливості регулювання діяльності юридичних осіб окремих організаційно-правових форм у перехідний період та об'єднань юридичних осіб". Найменування, ідентифікаційні дані, кількість працівників, обсяг річного доходу та профіль діяльності Ініціатора не оприлюднюються з міркувань безпеки.

3.2. Мета виконання НТР

Створити та експериментально, у льотних випробуваннях, підтвердити технологію автономного визначення географічних координат і просторової орієнтації БпЛА без використання сигналів GNSS, реалізовану у вигляді макетного зразка бортового модуля, що об'єднує не менше двох незалежних вимірювальних каналів з інерціальною системою в єдиному алгоритмі сенсорної фузії з бортовою оцінкою достовірності навігаційного рішення.

3.3. Проблеми, на вирішення яких має бути спрямована НТР (опис технологічного виклику Ініціатора)

Засоби радіоелектронної боротьби придушують або підміняють сигнали GNSS на всій глибині смуги бойового зіткнення, через що БпЛА втрачає прив'язку до місцевості. Наявні альтернативні рішення мають принципові обмеження:

— оптична прив'язка до карти місцевості працює ненадійно над одноманітною поверхнею (агрополе, лісовий масив, вода, сніговий покрив), уночі та за складних метеоумов і потребує актуальної картографічної підкладки, яка швидко старіє;

— активні методи (радіомаяки, радіолокатори, лідари) демаскують платформу власним випромінюванням;

— інерціальні системи на MEMS-давачах накопичують похибку, що нелінійно зростає з часом польоту, і без зовнішньої корекції непридатні як самостійне рішення.

Рішення на основі зазначених методів, окремо або в поєднанні з іншими підходами, також можуть бути запропоновані за умови, що Виконавець обґрунтує та продемонструє належне подолання наведених обмежень.

3.4. Обґрунтування потреби Ініціатора у виконанні НТР

Ініціатор розробляє та постачає системи автономної навігації безпілотних літальних апаратів, що ґрунтуються на оптичних методах позиціонування. Ці системи працюють ненадійно над одноманітною місцевістю, уночі та над водою, що обмежує умови застосування продукції Ініціатора. Результат НТР буде інтегровано в бортовий навігаційний контур БпЛА як додатковий незалежний канал, що забезпечить безперервне навігаційне рішення на маршруті 100 км без GNSS з похибкою не більше 1000 м (CEP50) незалежно від характеру підстильної поверхні та часу доби.

3.5. Вихідні дані для розроблення науково-технічної продукції (у разі необхідності)

Обмежень щодо джерел вихідних даних не встановлюється: Виконавець використовує будь-які доступні моделі, каталоги, картографічні та геофізичні масиви і результати власних вимірювань. Як орієнтир — моделі головного магнітного поля Землі (IGRF, WMM), карти аномального геомагнітного поля, астрометричні каталоги та планетні ефемериди, моделі поляризації небесного склепіння. Ініціатор надає вимоги до інтеграції з бортовим обчислювачем (протокол MAVLink, інтерфейси UART/CAN) та технічні характеристики носія для випробувань.

4. Основні характеристики науково-технічної продукції, яку буде створено за результатами виконання НТР

4.1. Опис науково-технічної продукції, яка буде створена в результаті виконання НТР, її функціональне призначення

Науково-технічною продукцією є макетні зразки бортового модуля автономної навігації БпЛА з комплектом програмного забезпечення, конструкторської документації та методичних матеріалів. Призначення — безперервне визначення координат, висоти та повної просторової орієнтації БпЛА в умовах придушення або підміни GNSS без залежності від картографічних даних земної поверхні. Модуль об'єднує не менше двох незалежних вимірювальних каналів, побудованих на різних фізичних принципах та/або методах оброблення, з інерціальним вимірювальним блоком в єдиному алгоритмі сенсорної фузії, що формує навігаційне рішення з кількісною оцінкою його достовірності; відмова одного каналу не призводить до повної втрати рішення. Дані передаються бортовому обчислювачу стандартним цифровим інтерфейсом. Основні користувачі — розробники та виробники безпілотних авіаційних комплексів.

Перспективними Ініціатор вважає, зокрема, такі напрями (окремо або в будь-якому поєднанні):

- навігація за геомагнітним полем Землі: зіставлення профілю локальних магнітних аномалій з картою аномального поля;
- астрономічна навігація: визначення орієнтації та координат за зорями, Місяцем та іншими небесними тілами, зокрема в денний час;
- навігація за сонячним випромінюванням: курс за кутовими та поляриметричними характеристиками розсіяного світла небосхилу, зокрема за хмарності;
- інші природні поля та орієнтири (гравітаційне поле, характеристики атмосфери тощо).

Перелік не є вичерпним: Ініціатор розгляне будь-які інші фізичні принципи, методи оброблення або їх комбінації, зокрема не згадані тут, за умови обґрунтування виконання вимог п. 4.3; оригінальні підходи вітаються. Перевага надається повністю пасивним рішенням; активні методи не виключаються за умови обґрунтування переваг, що компенсують ризик демаскування платформи.

4.2. Відповідність рівню технологічної готовності (TRL*), який пропонується досягнути в НТР

Вихідний рівень на початок виконання НТР — TRL2 (сформульовано концепцію технології).

Цільовий рівень на завершення НТР — TRL5 (технологію перевірено у відповідному середовищі): льотні випробування макетного зразка модуля на носії у складі бортового навігаційного контуру з оцінюванням точності за незалежним еталонним треком.

4.3. Відповідність основним очікуваним характеристикам науково-технічної продукції та вимогам до неї

Показники зі значеннями «не більше / не менше» є цільовими вимогами для приймання результату; перевірка — за програмою та методиками лабораторних і льотних випробувань, що розробляються в НТР. Виконавець може запропонувати інший склад показників або інші їх значення за умови обґрунтування, що запропоноване рішення в цілому відповідає технологічній потребі, визначеній у п. 3.3.

<i>Характеристики*</i> (вказати необхідні):				
Тип	Назва характеристики/вимоги, її короткий опис	Діапазон потрібних значень	Чим регламентується (ДСТУ, інші стандарти тощо (за наявності))	Діапазон значень, які будуть досягнуті в результаті НТР
технічні (тактико-технічні)	1) Похибка визначення курсу вночі за ясного неба 2) Похибка визначення курсу вдень 3) Похибка визначення повної просторової орієнтації 4) Похибка планового положення в автономному режимі над ділянкою з наявними референсними даними (СЕР50) 5) Похибка комбінованого навігаційного рішення на маршруті 100 км без GNSS (СЕР50) 6) Темп видачі навігаційного рішення	1) не більше 0,5° 2) не більше 2,0° 3) не більше 1,0° 4) не більше 500 м 5) не більше 1000 м 6) не менше 10 Гц	ДСТУ 3973-2000, ДСТУ 3974-2000; програма і методика льотних випробувань	1) 0,3–0,5° 2) 1,0–2,0° 3) 0,5–1,0° 4) 300–500 м 5) 600–1000 м 6) 10–20 Гц
експлуатаційні	1) Діапазон робочих висот польоту 2) Діапазон робочих температур 3) Час готовності до роботи після ввімкнення 4) Працездатність за часткової хмарності	1) 100–3000 м 2) мінус 20 ... плюс 50 °С 3) не більше 60 с 4) бажано до 50 % балу хмарності	ДСТУ 3974-2000	1) 100–3000 м 2) мінус 20 ... плюс 50 °С 3) 30–60 с 4) до 50 %
фізико-хімічні	1) Дegradaція точності навігаційного рішення на носії з працюючою силовою установкою порівняно з лабораторними умовами 2) Стійкість вимірювальних каналів до власних електромагнітних, вібраційних і теплових завад носія	1) не більше 50 % 2) забезпечується без доопрацювання носія	ДСТУ 3974-2000	1) 20–50 % 2) забезпечується
механічні	1) Маса модуля з давачами (без кабельної мережі) 2) Габаритні розміри модуля 3) Стійкість до вібрації в діапазоні частот роботи силової установки	1) не більше 900 г 2) не більше 150×100×60 мм 3) до 5 г у діапазоні 10–500 Гц	ДСТУ 3974-2000	1) 600–900 г 2) ≤ 150×100×60 мм 3) 5 г, 10–500 Гц
якісні	1) Частка хибних навігаційних рішень, позначених як достовірні 2) Повторюваність результатів у серії однотипних випробувань	1) не більше 2 % 2) не менше 90 %	ДСТУ 3973-2000	1) 1–2 % 2) 90–95 %

споживчі	Сумісність із поширеними бортовими обчислювачами через стандартний цифровий інтерфейс	MAVLink, UART/CAN	ДСТУ 7363:2013	MAVLink, UART, CAN
інші				
Вимоги* (зазначити необхідні):				
медичні (клінічні)				
вимоги до надійності / захищеності	1) Пасивність рішення: відсутність власного радіо-, оптичного чи акустичного випромінювання 2) Збереження працездатності при повній відмові одного з вимірювальних каналів (деградація точності)	1) бажано — випромінювання відсутнє (активні методи — з обґрунтуванням) 2) не більше ніж у 2 рази	—	1) випромінювання відсутнє 2) 1,5–2 рази
вимоги до потужності	1) Споживана потужність модуля в усталеному режимі 2) Напруга живлення від бортової мережі носія	1) не більше 12 Вт 2) 5–24 В	—	1) 8–12 Вт 2) 5–24 В
вимоги щодо призначеності	Застосування у складі бортового навігаційного контуру БПЛА в умовах придушення або підміни сигналів GNSS	відповідно до призначення	—	відповідає
вимоги щодо ресурсо- та енергозбереження	Частка комплектувальних виробів, доступних на внутрішньому ринку	не менше 70 %	—	70–85 %
вимоги до технологічності	Придатність конструкції до дрібносерійного виготовлення без спеціального технологічного оснащення	забезпечується	ДСТУ 3974-2000	забезпечується
вимоги безпеки	Електробезпека та пожежна безпека; відсутність джерел іонізуючого та лазерного випромінювання	відповідно до чинних норм	чинні норми	відповідає
конструктивні	1) Модульна конструкція з можливістю окремої заміни кожного вимірювального каналу 2) Рознесення чутливих елементів від джерел завад носія (силова установка, акумуляторна батарея) або еквівалентне екранування	1) знімні модулі каналів 2) не менше 300 мм або екранування	ДСТУ 3321:2003	1) знімні модулі каналів 2) 300–500 мм
вимоги щодо ергономіки та технічної естетики				
вимоги охорони довкілля, утилізація				
спеціальні вимоги (в тому числі на вимогу замовника)	Передача Ініціатору вихідних кодів програмного забезпечення та повного комплексу конструкторської документації	у повному обсязі	ДСТУ 3321:2003, ДСТУ 7363:2013	у повному обсязі
інші				
Необхідні вимоги до умов експлуатації (за наявності)*:				
вимоги щодо безпеки під час	1) Транспортування і зберігання в індивідуальній	забезпечується	ДСТУ 3974-2000	1) забезпечується 2) забезпечується

транспортування та зберігання (забезпечення збереженості) продукції	тарі з амортизаційним захистом 2) Захист чутливих елементів від сильних зовнішніх полів і механічних ударів			
вимоги щодо експлуатації та ремонту, дотримання яких забезпечує працездатність і безпечність продукції та гарантує спожиткові (експлуатаційні) характеристики	1) Калібрування вимірювальних каналів після встановлення на новий носій 2) Заміна несправного вимірювального каналу без демонтажу всього модуля	забезпечується	ДСТУ 3974-2000	1) забезпечується 2) забезпечується
інші				

5. Результати виконання НТР

5.1. Інформація про науково-технічну продукцію, що буде створена і передана в результаті виконання НТР

За результатами виконання НТР буде створено та передано Ініціатору:

- макетні зразки бортового модуля автономної навігації — 5 од.;
- комплект конструкторської документації на макетний зразок (ДСТУ 3321:2003) — 1 компл.;
- програмне забезпечення оброблення вимірювань і сенсорної фузії з вихідними кодами та експлуатаційною документацією (ДСТУ 7363:2013) — 1 компл.;
- програма та методики лабораторних і льотних випробувань разом із протоколами їх проведення — 1 компл.;
- науково-технічний звіт за формою, визначеною Замовником — 1 од.

5.2. Основні складові частини виготовлених дослідних зразків чи іншої основної виготовленої науково-технічної продукції (за наявності)

Назва складової частини	Необхідна кількість, од.
Макетний зразок бортового модуля автономної навігації, у складі:	5 од.
— вимірювальні канали, побудовані на різних фізичних принципах та/або методах оброблення (знімні модулі)	не менше 2 од. у кожному зразку
— інерціальний вимірювальний блок	1 од. у кожному зразку
— блок оброблення вимірювань, сенсорної фузії та оцінки достовірності	1 од. у кожному зразку
Програмне забезпечення оброблення вимірювань і сенсорної фузії з експлуатаційною документацією	1 компл.
Комплект конструкторської документації на макетний зразок	1 компл.
Протоколи лабораторних і льотних випробувань макетного зразка	1 компл.
Науково-технічний звіт за формою, визначеною Замовником (обов'язково для всіх тематик)	1 од.

5.3. Перелік додаткових практичних методик, положень, інформаційно-аналітичних матеріалів, рекомендацій тощо, що можуть бути передані Ініціатору для використання.

- методика компенсації власних завад платформи для малих електричних безпілотних апаратів;
- рекомендації щодо розміщення давачів на носії з урахуванням завадової та вібраційної обстановки;
- методика оцінювання точності навігаційного рішення за незалежним еталонним треком;

- інструкція з калібрування вимірювальних каналів після встановлення модуля на новий носій;
- аналітичний огляд сучасного стану досліджень методів навігації в GNSS-недоступному середовищі;
- рекомендації щодо подальшого розвитку технології до рівня дослідного зразка.

6. Календарний план виконання НТР*

№ етапу	Етапи виконання робіт	Строк виконання (початок - закінчення), місяць, рік	Науково-технічна продукція та інші матеріали, що підлягають здачі замовнику	Вартість робіт за етапами, тис. грн
1	Аналітичне дослідження, обґрунтування вибору фізичних принципів і побудова фізико-математичних моделей вимірювальних каналів. Розроблення методики компенсації власних завад платформи. Виготовлення та лабораторні дослідження макетів давачів. Розроблення алгоритму сенсорної фузії та бортової оцінки достовірності навігаційного рішення (попередня версія ПЗ).	01.2027 – 06.2027	Проміжний науково-технічний звіт; фізико-математичні моделі каналів; макети давачів із протоколами лабораторних досліджень; методика компенсації власних завад платформи; попередня версія ПЗ оброблення та фузії	6 000,0
Всього 1 етап				6 000,0
2	Виготовлення макетних зразків модуля (5 од.). Стендові та наземні випробування. Інтеграція в бортовий навігаційний контур носія, льотні випробування з оцінюванням точності за незалежним еталонним треком. Уточнення алгоритмів за результатами випробувань. Заходи з впровадження: адаптація модуля до продуктової лінійки Ініціатора та підготовка до виготовлення дослідних зразків. Оформлення конструкторської документації та підсумкових матеріалів.	07.2027 – 12.2027	Заключний науково-технічний звіт; макетні зразки модуля — 5 од.; ПЗ з вихідними кодами та експлуатаційною документацією; комплект конструкторської документації; програма, методики та протоколи стендових, наземних і льотних випробувань; методичні рекомендації	5 538,5
Всього 2 етап				5 538,5
Всього				11 538,5

* **Примітка:** Строк виконання - до 18 місяців. Рекомендована тривалість етапу - 6 місяців. Якщо виконання НТР заплановано на один рік, календарний план та кошторис складаються тільки в його календарних межах.

7. Фінансові умови виконання НТР

Джерело фінансування	Сума, тис. грн	Частка, %
Фінансова підтримка за рахунок коштів державного бюджету	7 500,0	65
Співфінансування Ініціатора	4 038,5	35
Сукупна вартість НТР	11 538,5	100

7.1. Перелік витрат НТР

№	Стаття витрат	Загальна сума, тис. грн	Кошти державного бюджету, тис. грн	Кошти Ініціатора, тис. грн
1	Витрати на оплату праці *	6 147,5	6 147,5	0,0
2	Нарахування на оплату праці *	1 352,5	1 352,5	0,0
3	Матеріали	1 038,4	0,0	1 038,4
4	Паливо та енергія для науково-виробничих цілей	0,0	0,0	0,0
5	Витрати на відрядження**	115,4	0,0	115,4
6	Спецустаткування (обладнання)	1 153,9	0,0	1 153,9
7	Витрати, спрямовані на впровадження та/або комерціалізацію результатів НТР	1 153,9	0,0	1 153,9
8	Інші витрати	0,0	0,0	0,0
9	Накладні (адміністративні) витрати***	576,9	0,0	576,9
	Всього	11 538,5	7 500,0	4 038,5

Підтвердження готовності до співфінансування: Ініціатор засвідчує готовність забезпечити співфінансування виконання НТР в обсязі 4 038,5 тис. грн (35 % сукупної вартості НТР) на умовах, визначених у пункті 5 Порядку.

Примітка:

* Витрати на оплату праці та нарахування на оплату праці – не більше 70 % від загальної вартості НТР.

** Витрати на відрядження – не більше 10 % від загальної вартості НТР.

*** Накладні (адміністративні) витрати – не більше 10 % від загальної вартості НТР.

8. Очікуване впровадження та спосіб реалізації результатів НТР

8.1. Вагомість та конкурентні переваги науково-технічної продукції

Технологія усуває одну з ключових уразливостей безпілотних систем — залежність від супутникової навігації в умовах радіоелектронної боротьби.

Порівняно з наявними підходами:

— інерціальні системи на MEMS-давачах без зовнішньої корекції накопичують похибку, що нелінійно зростає з часом польоту; пропоноване рішення обмежує похибку на маршруті 100 км значенням не більше 1000 м (СЕР50), тобто близько 1 % пройденої відстані;

— системи оптичної прив'язки до карти (основа більшості вітчизняних розробок) працюють ненадійно над одноманітною поверхнею, водою, уночі та за складних метеоумов і залежать від актуальності картографічної підкладки; пропоноване рішення не потребує видимості земної поверхні та картографічних даних рельєфу;

— активні методи демаскують платформу; пропоноване рішення орієнтоване на повну пасивність;

— зарубіжні системи мультимодальної пасивної навігації належать до обладнання великих пілотованих платформ і несумісні з масовими БпЛА за масою, габаритами та вартістю; пропонований модуль має масу не більше 900 г, споживання не більше 12 Вт і не менше 70 % вітчизняних комплектувальних.

Ключова конкурентна перевага — поєднання кількох незалежних каналів на різних фізичних принципах в одному малогабаритному модулі з бортовою оцінкою достовірності навігаційного рішення.

8.2. Очікуваний ефект від впровадження результатів НТР

Оборонний ефект. Інтеграція модуля в бортовий навігаційний контур → безперервне навігаційне рішення без GNSS там, де оптичні методи працюють ненадійно (над одноманітною місцевістю, водою, уночі) → зниження втрат БпЛА через втрату орієнтування та підвищення результативності виконання завдань у смузі дії засобів РЕБ.

Економічний ефект. Вітчизняне рішення з часткою локальних комплектувальних не менше 70 % → заміщення імпортованих навігаційних компонентів і зниження залежності від зовнішніх поставачань. Створення не менше 3 нових робочих місць в Ініціаторі під час переходу до виготовлення дослідних зразків; залучення до виконання НТР не менше 5 науковців наукової установи-виконавця. Серійне виробництво та експорт модулів до країн-партнерів → додаткові податкові надходження до державного бюджету.

Суспільний ефект. Розвиток кооперації бізнесу та науки; підготовка кадрів вищої кваліфікації в галузі навігаційного приладобудування; уточнення національних геофізичних масивів даних, придатних для цивільного використання (геологія, картографія, аварійно-рятувальні служби).

8.3. Шляхи подальшого впровадження, використання та комерціалізації результатів НТР

Впровадження здійснюватиметься Ініціатором: доведення макетних зразків до рівня дослідного, а згодом серійного виробу власними виробничими потужностями. Ініціатор має виробничі та випробувальні потужності для складання й перевірки малосерійних партій навігаційних модулів, команду розробників у галузі комп'ютерного зору та навігаційних алгоритмів і налагоджену взаємодію з підрозділами Сил оборони для проведення випробувань.

Шляхи комерціалізації: інтеграція модуля у власну продуктову лінійку Ініціатора; постачання його як самостійного компонента вітчизняним виробникам безпілотних авіаційних комплексів і розробникам систем керування; у перспективі — експорт до країн-партнерів, де попит на альтернативні засоби позиціонування зростає через поширення засобів РЕБ.

Подальші кроки: розширені льотні випробування на носіях різних класів, підготовка конструкторської документації для серійного виробництва, проходження процедур кодифікації для постачання за державним оборонним замовленням. Розподіл майнових прав інтелектуальної власності визначається тристороннім договором відповідно до вкладу учасників із закріпленням за Ініціатором права на першочергове використання результатів у власному виробництві.