

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник Директора
з наукової роботи
Інституту математики НАН України



Віталій ВАСИЛИК
10.07.2026 р.

ВИСНОВОК

семінару відділу математичних проблем механіки та теорії керування
Інституту математики Національної академії наук України
про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів
дисертації Самойленка Олега Андрійовича на тему «Applied mathematical
problems of visual objects localization under resource constraints»
(«Прикладні математичні задачі візуальної локалізації об'єктів за умови
обмежених ресурсів») подану на здобуття ступеня доктора філософії в
галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна
математика

Основою дисертаційного дослідження стала прикладна математична задача візуальної локалізації мобільної платформи на площині за умови обмежених ресурсів бортової апаратної платформи, у якій поєднано дві лінії досліджень, що розвивалися здебільшого незалежно: з боку зору – виявлення та геометричну перевірку візуальних відповідностей, а з боку оцінювання стану – рекурсивне злиття зашумлених вимірювань сенсорів. У роботі разом із відомими методами лінійної алгебри, теорії ймовірностей та обчислювальної геометрії використовувалися рекурсивне оцінювання стану за фільтром Калмана, лінеаризація нелінійної кінематичної моделі диференціального приводу з точністю до першого порядку, злиття колісної одометрії та GPS за реалістичних моделей шуму сенсорів, виявлення та опис локальних ознак класичними дескрипторами SIFT і ORB та нейромережевим детектором-дескриптором SuperPoint, зіставлення дескрипторів і геометрична перевірка гомографії методом консенсусу випадкової вибірки (RANSAC), а також адаптивне масштабування коваріації вимірювання сигналом якості зіставлення зображень.

Основними результатами, що визначають наукову новизну дисертації та виносяться на її захист, є наступні:

1. Розроблено та експериментально підтверджено в моделюванні ROS2/Gazebo з точними еталонними даними метод злиття сенсорів для

локалізації мобільного робота, що рухається на площині, який поєднує відносну колісну одометрію високої частоти та абсолютні дані GPS низької частоти за реалістичних моделей шуму сенсорів; на квадратній траєкторії зі стороною 100м досягнуто середньо квадратичної похибки положення 0.33м, що на 91.4% менше, ніж лише за одометрією, і на 68.5% менше, ніж лише за GPS. Методи рекурсивного оцінювання стану та злиття сенсорів для мобільних платформ набули подальшого розвитку.

2. Запропоновано та чисельно оцінено для всіх трьох дескрипторів єдиний, незалежний від дескриптора показник якості зіставлення пари зображень – коефіцієнт валідних відповідностей, означений як частка зіставлень дескрипторів, що проходять геометричну перевірку; саме через цю скалярну величину надійність візуальної стадії входить в оцінювач стану.
3. Уперше класичні дескриптори SIFT і ORB та навчений детектор-дескриптор SuperPoint чисельно порівняно на єдиному наборі супутникових знімків за єдиним конвеєром обробки з геометричною перевіркою RANSAC та запропонованим показником якості зіставлення, спільно за точністю та часом виконання на обладнанні лише з центральним процесором. Показано, що SIFT послідовно перевершує ORB за будь-якої кількості ключових точок, причому вже 100 ключових точок SIFT перевищують 2000 ключових точок ORB, тоді як SuperPoint досягає вищої точності за приблизно вшестеро більший час виконання.
4. Установлено, що виявлення від 200 до 500 ключових точок є ефективним компромісом між точністю та обчислювальною вартістю, оскільки приріст якості зіставлення від кожного подвоєння їх кількості понад 500 залишається меншим за один відсотковий пункт. Методи локально-ознакового зіставлення зображень і геометричної перевірки для візуальної локалізації набули подальшого розвитку завдяки цьому уніфікованому порівнянню.
5. Виведено математичну модель, що доповнює метод злиття сенсорів візуальним спостереженням положення, отриманим із зіставлення бортових знімків із заздалегідь побудованою картою. Уперше коваріацію вимірювання цього спостереження в кроці корекції фільтра Калмана зроблено явною монотонно спадною функцією запропонованого показника якості зіставлення, так що ненадійним спостереженням вагу м'яко зменшують, а не відсікають їх порогом чи призначають фіксовану коваріацію.
6. Показано, що введення візуального спостереження положення в єдину рекурсію фільтра Калмана забезпечує абсолютний орієнтир положення для інтервалів, коли сигнал GPS ослаблений або недоступний.

Адаптивні методи фільтрації шуму вимірювань набули подальшого розвитку.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 6 наукових працях. Серед них – 3 статті у наукових журналах (одна з них індексується в базі Scopus та належать до квартиля Q4 відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, одна – у фаховому виданні категорії А, та одна – у фаховому виданні категорії Б), 3 тези доповідей на наукових конференціях.

1. Samoilenko O. Mathematical problems of feature matching for vision-guided vehicles with limited resources. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics and Mathematics. 2025;81(2):138–41. [10.17721/1812-5409.2025/2.21](https://doi.org/10.17721/1812-5409.2025/2.21) (Scopus Q4, SJR Q4, фаховий журнал категорії А).
2. Samoilenko O. Studying sensor fusion for mobile robot localization. Neliniini Kolyvannya. 2025;28(4):528–41. [10.3842/nosc.v28i4.1545](https://doi.org/10.3842/nosc.v28i4.1545) (фаховий журнал категорії А).
3. Samoilenko O. Mathematical analysis of image matching techniques. Proceedings of the Institute of Applied Mathematics and Mechanics NAS of Ukraine. 2025;39(1):90–105. [10.37069/1683-4720-2025-39-8](https://doi.org/10.37069/1683-4720-2025-39-8) (фаховий журнал категорії Б).
4. Samoilenko O. Neuromorphic computing: is it worth it? International Conference of Young Mathematicians. Kyiv, Ukraine, 2023. https://www.imath.kiev.ua/~young/youngconf2023/Abstracts_2023/AMC_M/Samoilenko.pdf
5. Samoilenko O. Mathematical problems of feature matching for vision-guided mechanical system with limited resources. VIII International Scientific Conference "Modern Problems of Mechanics". Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv, Ukraine, 2025:54. http://tamd.univ.kiev.ua/wp-content/uploads/2025/08/ABSTRACTS_MPM_2025.pdf
6. Samoilenko O. Sensor fusion for mobile robot localization via Kalman filtering. International Conference of Young Mathematicians. Kyiv, Ukraine, 2026. <https://www.imath.kiev.ua/~young/youngconf2026/abstracts/Samoilenko.pdf>

Основні результати дисертації доповідалися й обговорювалися на:

- Міжнародній конференції молодих математиків (Київ, Інститут математики НАН України, 2023).
- VIII Міжнародній науковій конференції “Сучасні проблеми механіки” (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2025).

- Міжнародній конференції молодих математиків (Київ, Інститут математики НАН України, 2026).
- Семінарі молодих вчених (Київ, Інститут математики НАН України, 2026).
- Семінарі відділу математичних проблем механіки та теорії керування Інституту математики НАН України (2022–2026 роки).

Дисертаційне дослідження Самойленка Олега Андрійовича є завершеною роботою. Усі результати нові, отримані дисертантом самостійно, задовольняють вимогам Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 та можуть бути представлені до захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Семінар відділу математичних проблем механіки та теорії керування рекомендує Вченій раді Інституту математики НАН України прийняти дисертаційну роботу О.А. Самойленка «Applied mathematical problems of visual objects localization under resource constraints» («Прикладні математичні задачі візуальної локалізації об'єктів за умови обмежених ресурсів») до захисту на здобуття ступеня доктора філософії та утворити разову спеціалізовану вчену раду з правом прийняття до розгляду та проведення разового захисту на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Завідувач відділу математичних проблем
механіки та теорії керування
член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук
професор

Олексій МАЗКО

Секретар семінару відділу,
старший науковий співробітник,
кандидат фізико-математичних наук
старший дослідник

Олександр СОЛОДУН