ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тарасовой Валентины Юрьевны на тему «Метод совмещения разнородных изображений подстилающей поверхности с использованием нейросетевых технологий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

В условиях активного радиоэлектронного подавления глобальных навигационных систем (ГНСС) и возрастающей роли беспилотной авиации в специальных и гражданских миссиях, задача автономного определения местоположения летательного аппарата становится одной из ключевых. Тема диссертации Тарасовой В.Ю. посвящена визуальной навигации – методу, который не использует внешние радиосигналы и потому устойчив к помехам. Представленная работа предлагает законченное решение для беспилотной воздушной техники и может быть применена в гражданских системах доставки грузов и инспекции.

Автором обосновано, что существующие методы совмещения изображений (корреляционные — стр. 7, на основе дробно-линейного преобразования — стр. 7—8, на основе ключевых точек SIFT/ORB — стр. 8) имеют существенные недостатки: либо низкую повторяемость дескрипторов на разнородных снимках (спутник-ЛА), либо чрезмерную вычислительную сложность. Нейросетевые методы, такие как VGG16, обеспечивают высокую точность, но слишком тяжелы для бортовых вычислителей. Автор предлагает специализированную сиамскую архитектуру (рис. 2, стр. 10) с последующей декомпозицией, что позволяет достичь компромисса между точностью (близкой к VGG16) и скоростью (как у MobileNet v2).

Наиболее сильными сторонами работы, по моему мнению, являются:

1. Отказ от операций умножения и деления в предобработке. Спектральное преобразование Уолша (стр. 12, рис. 7) реализуется только сложением и вычитанием целых чисел, что критически важно для аппаратной реализации на FPGA, ПЛИС или специализированных микроконтроллерах с ограниченной арифметикой. Это делает метод пригодным для встраиваемых систем с жёсткими ограничениями по энергопотреблению.

2. Двухуровневая система совмещения. Первый уровень (нейросетевой поиск по векторам-признакам) устойчив к шумам и изменениям освещения — это подтверждено экспериментом с повышением точности на 7,8 % после фильтрации Уолша. Второй уровень (уточнение по ключевым точкам) обеспечивает точность до 20 пикселей (стр. 17), что соответствует 20 метрам на местности. Такая каскадная схема позволяет быстро отбросить заведомо неверные кандидаты и затем точно совместить.

3. Экспериментальное подтверждение на реальных данных. Экспериментальное подтверждение работоспособности при разном времени съёмки, сезоне и освещении.

4. Сжатие эталонных данных. Хранение признаков в объёме 256 байт на фрагмент вместо 20 Кбайт для исходного изображения (стр. 4, стр. 9—10) позволяет создавать компактные бортовые базы данных спутниковых карт, что особенно важно для ЛА с ограниченной памятью.

Замечания по работе:

1) точность позиционирования для промышленной инспекции. В автореферате указано, что метод обеспечивает точность «до 20 пикселей», что при высоте 300 м соответствует 20 метрам. Не рассматривается ли автором возможность использования высокодетальных спутниковых снимков или повторного прохода? Например, для промышленного применения (например, инспекция ЛЭП или трубопроводов) требуется точность до 1—2 метров.

2) Недостаточное обоснование выбора порога фильтрации секвент Уолша. Описание спектральной предобработки (фильтрация низкочастотных секвент) дано схематично В автореферате (стр. 17) сказано: «наилучшие результаты показал фильтр 3». Однако не объясняется, как именно выбиралась эта цифра — по числу отбрасываемых низкочастотных компонент? Каков физический смысл отбрасывания определённых секвент? Например, отсечение первых трёх секвент соответствует удалению самой низкой пространственной частоты (постоянной составляющей) и двух следующих. Но почему именно трёх, а не четырёх или пяти? Следовало бы привести график зависимости точности или MSE от числа отброшенных секвент.

3) Опечатки и стилистические погрешности.

На стр. 7 в формуле (1) для NCC не хватает закрывающей скобки перед знаком деления.

На стр. 10 в подписи к рисунку 3: «Архитектура свёрточной нейронной сети» – на самом деле на рисунке показана свёрточная нейронная сеть с полносвязными слоям

На стр. 13 в подписи к рисунку 9: «Сравнение методов детектирования ключевых точек: а — процент совпадающих пар точек, б — время обнаружения пары точек». В тексте не указано, что пары точек — это соответствия между текущим и спутниковым изображением, а не просто количество точек на одном снимке.

На стр. 16 в подписи к рисунку 12: «пары разнородных изображений спутниковых снимков» — тавтология, следует «пары разнородных изображений (спутниковый снимок — снимок с ЛА)».

Данные замечания не влияют на научную ценность. Отмеченные замечания не ставят под сомнение высокий уровень работы.

Полученные результаты и приведённое в автореферате описание выполненных исследований позволяют сделать вывод о том, что диссертация «Метод совмещения разнородных изображений подстилающей поверхности

с использованием нейросетевых технологий» соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), а её автор Тарасова Валентина Юрьевна достойна присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Профессор кафедры «Радиоэлектроника и телекоммуникации»,
Севастопольского государственного университета,
доктор технических наук, профессор по специальности 2.2.13 — Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения
Широков Игорь Борисович

Контактная информация:
Адрес: 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
https:\\www.sevsu.ru
E-mail: shirokov@ieee.org
Тел. +7 (8692) 435-127

Я, Широков Игорь Борисович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

И.Б. Широков

«02» июня 2026 г.

Подпись Широкова И.Б.
удостоверяю
Дирекция административных процессов
Заместитель директора по кадровой работе
Ю.Л. Кравцова
02 июня 2026 г.