

## ОТЗЫВ

официального оппонента Михайлюка Михаила Васильевича на диссертационную работу Новоторцева Леонида Владимировича «Исследование и разработка алгоритмов поиска и восстановления населенных пунктов на наборе аэрофотоснимков», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

**Актуальность.** Диссертационная работа Новоторцева Леонида Владимировича посвящена разработке автоматической технологии обнаружения строений и построения трехмерных моделей населенных пунктов по снимкам местности с самопересечениями, полученным в результате вертикальной аэрофотосъемки с дополнительными данными, такими как ориентирование камер. Для достижения этих целей используется многоэтапный подход, опирающийся на предварительное грубое обнаружение областей интереса и применение точных методов на меньшем количестве данных.

Задача автоматизации обработки больших объемов данных в таких направлениях, как фотограмметрия и картография является актуальным направлением исследований. Это обусловлено большим объемом данных, которые быстро теряют актуальность, что делает ручную обработку неэффективной или даже невозможной и порождает необходимость в разработке и совершенствовании автоматических и полуавтоматических подходов решения этой задачи.

Автор рассматривает широкий диапазон существующих решений данной задачи, анализ которых показал, что требуется разработка новых подходов и развитие уже существующих.

**Структура работы.** Диссертационная работа Новоторцева Л.В. состоит из введения, шести глав и одного приложения. Полный объем диссертации составляет 101 страницу, список литературы содержит 114 наименований.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, ставятся цели и определяются задачи работы. Указывается ее научная новизна и практическая значимость.

В первой главе проводится классификация и обзор существующих методов, анализ их преимуществ и недостатков, приводится обоснование выбора направления исследования.

Во второй главе рассматривается задача обнаружения границ и отрезков. На основе проведенного анализа существующих подходов автор делает вывод о необходимости улучшения существующего алгоритма выделения отрезков LSD (Line Segment Detector). Предложенный подход основывается на разбиении всего изображения на сегменты, нахождении в них отрезков и последующем объединении отрезков между сегментами изображения.

В третьей главе автор приводит оригинальный метод выделения областей интереса на снимках, позволяющий значительно снизить вычислительные затраты на последующие вычисления.

В четвертой главе рассматривается оригинальный подход поиска соответствующих областей, проецируемых на одну и ту же местность, на различных снимках.

В пятой главе описывается метод построения трехмерной модели строений, опирающийся на метод перебора плоскостей. Для ускорения данного метода автор предлагает использовать два пересекающихся (с учетом погрешности) отрезка для построения первого приближения полуплоскости, которое потом уточняется итеративным методом.

В шестой главе приводятся результаты, полученные в ходе исследования, и проводится их сравнение с результатами существующих методов.

В приложении приведены детали программной реализации диссертационной работы.

**Научная новизна** диссертации Л.В. Новоторцева определяется представленным новым многоэтапным подходом трехмерной реконструкции населенных пунктов, опирающимся на оригинальные методы, из которых можно выделить следующие:

- Представлена модификация метода выделения отрезков LSD (Line Segment Detector), увеличивающая точность выделения отрезков на снимках большого размера.
- Представлен новый подход к выполнению грубого поиска строений и выделению областей для последующей обработки. Этот подход позволяет сократить область для последующей обработки до 5 раз, в зависимости от типа обрабатываемой местности.
- Предложен новый быстрый метод, позволяющий выполнить сопоставление ранее выделенных областей без существенной потери производительности за счет использования сопоставления примитивов и анализа их взаимного расположения.
- Представлена модификация метода перебора плоскостей, использующая построение первого приближения для увеличения скорости работы.

**Практическая значимость** обусловлена следующими положениями:

- На основе проведенного исследования разработана система обнаружения и восстановления населенных пунктов, работающая как в полностью автоматическом режиме, так и в полуавтоматическом режиме с незначительным участием оператора, что увеличивает гибкость и область применения представленной системы.
- Результаты и алгоритмы, представленные в диссертационной работе, внедрены в программное обеспечение "АО Фирма "Ракурс" ЦФС PHOTOMOD.

**Основные результаты** работы опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК, входящих в списки Scopus и Web of Science, и прошли апробацию на научно-технических конференциях и тематических семинарах. Диссертация оформлена в полном соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки России.

К работе также имеются следующие пожелания и незначительные замечания.

- Имеются опечатки и синтаксические ошибки в тексте диссертации и автореферата.
- В работе недостаточно подробно описано, что позволяет представленному подходу работать в полуавтоматическом режиме и не указаны причины, по которым это является положительным свойством.
- Методы, представленные в третьей и четвертой главе, имеют исключительно методическое описание, без формально построенной математической модели.
- В результатах работы не приведены детали реализации существующих подходов, используемых в сравнении результатов работы.
- В работе не указано, работает ли реализация представленного подхода на одном ядре или использует все ядра процессора, а также задействована ли в вычислениях видеокарта.

**Заключение.** Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Большая часть замечаний носит рекомендательный характер и отражает пожелания, которые можно учесть в будущих исследованиях. Результаты диссертации Л.В. Новоторцева достаточно полно представлены в его публикациях и правильно отражены в автореферате.

Достоверность проведенной работы подтверждают проведенные исследования результатов реализации предложенного подхода.

Диссертационная работа «Исследование и разработка алгоритмов поиска и восстановления населенных пунктов на наборе аэрофотоснимков» является самостоятельной завершенной работой, выполненной на высоком

