МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный
университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

Плахотного ул., д. 10, Новосибирск, 630108
Тел. (383) 343-39-37, Факс (383) 344-30-60, 343-25-44
e-mail: rektorat@ssga.ru; http://www.sgugit.ru
ОКПО 02068966; ОГРН 1025401493061;
ИНН/КПП 5404105079/540401001

18.05.2022 № 05.09/1313

УТВЕРЖДАЮ

Ректор
д-р техн. наук, проф.
Карпик Александр Петрович

«16» мая 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Амр Махмуд Абдалла Елшештави «Разработка методики использования материалов, полученных с БПЛА, для картографирования линейных объектов», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия

Актуальность. В настоящее время для развития цифровой экономики Российской Федерации информационные ресурсы являются ключевым фактором ее роста. При этом существенно увеличивается спрос на геопространственные данные, которые служат универсальным средством для реализации стратегии территориального развития России.

Основным источником геопространственных данных в масштабах страны являются средства и методы дистанционного зондирования Земли космического и воздушного базирования.

В последнее десятилетие с развитием микроэлектроники и робототехники активно развивается производство малогабаритных и несложных в управлении

беспилотных летательных аппаратов, которые с успехом применяются при выполнении аэрофотосъемки.

Преимуществами использования беспилотных летательных аппаратов являются: рентабельность, возможность выполнения съемки с небольших высот и непосредственной близости от объектов, что позволяет получать снимки высокого разрешения, возможность применения в зонах чрезвычайных ситуаций без риска для жизни и здоровья пилотов и т.д. Кроме того, беспилотные летательные аппараты целесообразно применять при создании и обновлении крупномасштабных топографических карт и планов.

Анализ технологических трендов, проведенный в 2016 г. Межведомственной рабочей группой по разработке и реализации Национальной технологической инициативы при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, показал, что в ближайшей перспективе ожидается глобальное развитие информационных технологий в отношении вычислительных мощностей и алгоритмов обработки больших данных, развитие навигационных технологий, повышение точности, детализации и актуальности пространственных данных, замена топографических карт трехмерными пространственными моделями, создаваемыми и актуализированными преимущественно автоматическим способом. Из-за ужесточения требований к актуальности пространственных данных увеличатся потребности в проведении регулярной аэрофотосъемки.

В этой связи развитию технологий и методик применения беспилотных летательных аппаратов уделяется большое внимание и в ближайшем будущем стоит ожидать новых достижений в части повышения точности определения координат центров проектирования снимков, автоматизации фотограмметрической обработки снимков и дешифрирования, использования средств телекоммуникации, позволяющих выполнять контроль результатов аэрофотосъемки в режиме реального времени.

Однако отсутствие актуальной нормативно-технической документации приводит к вольному толкованию устаревших документов и требований, что в свою очередь негативно сказывается на качестве конечной продукции, получаемой по материалам аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов. Поэтому разработка методики использования материалов съемки, полученных с беспилотных летательных аппаратов, для картографирования линейных объектов является актуальной.

Объем и структура диссертации. Диссертация, общим объемом 145 страниц, состоит из введения, трёх разделов, заключения и списка литературы. Работа содержит 42 иллюстрации и 13 таблиц. Список литературы включает 90 источников, в том числе 88 на иностранных языках.

Содержание работы. В *первом разделе* приводится обзор международного опыта определения элементов внешнего ориентирования снимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов, как в полете, так и при постобработке, особенности планирования аэрофотосъёмочных работ с беспилотных летательных аппаратов, требования к размещению и точности опорных точек при выполнении аэрофотосъемки, а также планированию полета. Кроме того, в данной главе изложены возможные варианты полезной нагрузки, системы навигации, используемые на беспилотных летательных аппаратах, существующие особенности фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки и способы калибровки камер. По результатам выполненного анализа делаются выводы и выполнено обоснования постановки научной задачи.

Во *второй главе* приведено теоретическое обоснование модифицированного метода геопозиционирования при фотограмметрической обработке снимков, полученных с БПЛА, изложены факторы, влияющие на точность фотограмметрических построений, а именно: параметры съемочной камеры, геометрия размещения опорных и связующих точек, приведены факторы влияющие на точность определения элементов внешнего ориентирования в полете, сделано обоснование точности построения цифровой модели местности.

В третьей главе приведены исследования влияния внешних факторов на точность построения цифровых моделей местности линейных объектов по материалам съёмки с беспилотных летательных аппаратов, а именно: влияния формы и дизайна марок на точность фотограмметрических построений при косвенном геопозиционировании, влияния количества маршрутов на точность геопозиционирования в линейных проектах, влияния величины поперечных перекрытий на точность геопозиционирования при съемке линейных объектов. Выполнен сравнительный анализ трех методов геопозиционирования при съёмке с беспилотных летательных аппаратов линейных объектов. Приведены исследования предложенного усовершенствованного метода пространственного геопозиционирования снимков, полученных с БПЛА, при создании цифровых моделей линейных объектов.

Новизна исследований и полученных результатов, их практическая значимость.

Научные результаты диссертационной работы сводятся к усовершенствованию методики фотограмметрической обработки материалов съемки, полученных с беспилотных летательных аппаратов, для картографирования линейных объектов с заданной точностью. Отличительной особенностью предложенной методики является то, что уравненные значения координат и высот центров фотографирования получается в результате совместной обработки измерений бортовой спутниковой системы навигационного типа и минимальным набором опорных точек.

Представленные научные результаты диссертации Амр Махмуд Абдалла Елшештави подтверждены экспериментально.

Практическая значимость работы заключается в возможности создания достоверных карт линейных объектов на основе предложенной методики широким кругом пользователей, что приведёт, в конечном итоге, к удешевлению данного вида работ при надлежащем качестве продукции.

Результаты работы могут найти применение в организациях Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, организациях нефтегазового и транспортной промышленности, и др., осуществляющих создание картографических материалов по данным, полученным с беспилотных летательных аппаратов.

Замечания и вопросы.

При изучении текста диссертационной работы возникли следующие замечания:

– по тексту диссертации встречается множество не понятных предложений, как например: «Кроме того, они утверждают, что чем меньше датчиков навигации и ориентации, тем меньше MTOW и больше автономия», «С другой стороны, нестабильность некоторых параметров калибровки в моделях калибровки СВ и IO объясняет, почему самокалибровка с этими параметрами: (а) работает хорошо и что её параметры имеют более контекстный, чем абсолютный

смысл, и (б) преобладает над другими моделями самокалибровки», «…PhotoScan от AgiSoft…» и множество других предложений смысл которых не понятен;

– из текста диссертации и автореферата не понятно на основании, чего сделан вывод о лучшем варианте использования маркеров по типу B, если данные в таблице и на графике Тест№2, 3 и 4) свидетельствуют о почти полном совпадении точностей для маркеров по типу B и C. Кроме этого из текст работы не понятно какие методы измерения использовались интерактивные или автоматизированные;

– в тексте диссертации приведено следующее: «Таким образом, выбор дизайна маркированной точки зависит от масштаба получаемых снимков». Однако не дается каких-либо рекомендаций по дизайну и размеру в зависимости от масштаба, т.е. одна из выявленных методических задач не решена;

– в автореферате исследование влияния количества маршрутов на точность геопозиционирования в линейных проектах приведено, как констатация факта и без какого-либо анализа экспериментов;

– в диссертационной работе нет каких-либо теоретических выкладок в отношение проведенных экспериментальных исследований;

– в работе перепутана терминология контрольные и опорные точки, в связи с чем в некоторых местах диссертации не понятен смысл операций;

– не понятен термин «камера малого или среднего размера», возможно, имеется ввиду формат кадра?

– нет ссылок по тексту диссертации на рисунки 1.1 и 1.2;

– по тексту диссертации на стр. 39 под данными дистанционного зондирования подразумеваются космические снимки и указывается пространственное разрешение до 0,05 м. Наверное, автор имел ввиду пространственное разрешение 0,5 м?

– на стр. 54 диссертации приводится формулировка: «В нашем случае, предполагая скорость около 60 км/с и частоту сбора изображений 15 Гц…». Представленные значения явно ошибочны;

– на стр. 56 и 57 диссертации говорится о наличии координатных меток для цифровых камер, что явно ошибочно. Кроме этого, на стр. 58 приводятся сведения о наличии деформации фотоматериала;

– на стр. 107 диссертации пространственное разрешение обозначено как SR, есть известная аббревиатура GSD, текст работы изобилует подобными примерами введения терминов и аббревиатур взамен устоявшихся;

– для экспериментальных работ следовало бы привести отчет по уравнению сетей в программном продукте PhotoScan и поместить их в приложения;

– на страницах 37-39 приведены результаты исследований испанских специалистов со ссылкой на источник: Paper C. Research Collection Data-Send. 2020. P. 0–11. (оформление источника не позволяет его идентифицировать). В заключении диссертации посвящено 2 страницы (132, 133) выводам по этому исследованию. Из текста не ясно, имеет ли автор к нему отношение?

– в заключение представлен вывод (предпоследний абзац заключения диссертации), но по тексту диссертации данных исследований не приведено.

Замечания и вопросы не снижают положительную оценку диссертационного исследования, выполненного на достаточном научно-техническом уровне.

Достоверность полученных результатов подтверждается представительностью и репрезентативностью экспериментального материала.

Автореферат диссертации соответствует её содержанию и надлежащим образом передаёт ее основные положения. Научные результаты исследования представлены 8 публикациями, из которых три в рекомендуемых ВАК Министерства науки и высшего образования РФ журналах, и доложены на 8 международных и российских конференциях. Публикации известны специалистам в области аэрокосмических исследований Земли и фотограмметрии.

Диссертация Амр Махмуд Абдалла Елшештави соответствует пункту 3 паспорта научной специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия и удовлетворяет критериям ВАК МОН РФ, предъявляемым к кандидатской диссертации и сформулированным в п. 9 Положения о присуждении учёных степеней от 24.09.2013. Полученные результаты имеют научно-методическое значение для осуществления в специализированных организациях картографирования и мониторинга линейных объектов по материалам съемки с БПЛА.

Представленная к защите диссертация является законченной научно-квалификационной работой и содержит решение важной научно-технической задачи разработки и апробирования методики использования материалов,

полученных с БПЛА, для картографирования линейных объектов, имеющей существенное значение для развития теории фотограмметрических построений, а также картографирования и мониторинга линейных объектов, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ) (протокол № 10 от «16» мая 2022 г.).

Заведующий кафедрой,
д-р техн. наук, доцент Комиссаров Александр Владимирович

шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация:
25.00.34 - Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия
Комиссаров Александр Владимирович
должность: заведующий кафедрой фотограмметрии и ДЗ ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ)
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10
rektorat@ssga.ru; (383) 361-00-91; http://sgugit.ru/