

УДК 528.7

**ПОСТРОЕНИЕ ОРТОФОТОПЛАНА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ,
ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ БАС, В ЦЕЛЯХ СОЗДАНИЯ
ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ**

Корбут А.О., студентка гр. 2541, 4 курс

Научный руководитель: Ефимова Г.А., д.экон.н, профессор
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
г. Великий Новгород**Теоретическая часть**

Топографические карты, выступая картографической основой кадастра, выполняют функцию не только пространственной визуализации, но и юридико-технического инструментария, обеспечивающего легитимность земельно-имущественных отношений [1]. Они содержат различные сведения [2] о рельефе, гидрографии, населенных пунктах и прочих объектах местности и создаются на основе геодезических изысканий, которые включают в себя различные методы. Одним из таких методов является аэрофотосъемка (далее — АФС). Традиционные методы картографии, сохраняя архаичную дискретность, всё чаще отстают от динамики урбанизации и экологических трансформаций [1]. Это порождает риски, которые можно если не решить, то минимизировать с помощью АФС.

В настоящее время для картографических работ все больше применяют исключительно беспилотные авиационные системы (далее — БАС) и, соответственно, материалы, полученные с них. Применение беспилотных авиационных систем (далее — БАС) для проведения АФС является одним из самых перспективных направлений для сбора геопространственных данных по сравнению с существующими технологиями дистанционного зондирования Земли (далее — ДЗЗ) [3] и наземных методов, поскольку для целей картографии данные с БАС дают полную и наглядную информацию об исследуемой территории за счет лучшей детализации местности. Как и при космической съемке, так и при АФС при помощи БАС специалисты получают снимки, в ходе обработки которых в результате получают ортофотоплан — цифровое трансформированное изображение местности, созданное по перекрывающимся исходным фотоснимкам. Он является основой для создания карт с точным изображением элементов местности и в целом повышает визуальное восприятие топографической информации [4].

Данные с БАС позволяют получать качественные картографические материалы при следующих условиях: выполнение определенных требований к съемочной аппаратуре и процессу съемки, а также строгая фотограмметрическая обработка. Точность при этом возрастает в десятки раз [5]. Исходя из других исследований, применение БАС в картографии для создания топографических карт существенно снизило затраты на привлечение

пилотируемой авиации [6], поскольку все происходит если не в автоматическом, то в полуавтоматическом режиме, позволяя провести работы в кратчайшие сроки.

С помощью создания ортофотоплана решается проблема наполнение кадастра данными о труднодоступных территориях, в том числе о землях, выведенных из производственного оборота, что определяет актуальность, научную и практическую значимость темы.

Практическая часть

АФС была проведена с помощью комплекса Геоскан 201, а последующая обработка материалов реализовывалась в двух ПО: Agisoft Metashape и PHOTOMOD. Район работ: город Малая Вишера, Новгородская область, Россия.

С полученными при помощи БАС аэрофотоснимками прежде всего следует провести входной контроль, то есть убрать наклонные снимки, снимки с засветами и пересветами во избежание искажений и последующих дефектов в создании ортофотоплана. Прошедшие отбраковку снимки подгружаем в Agisoft Metashape и задаем параметры привязки с добавлением элементов внешнего ориентирования, опорных и контрольных точек.

Затем поэтапно в рамках технологического алгоритма начинаем по порядку обработку снимков в меню «Обработка»:

1. «Выровнять снимки». В результате получаем связующие точки на всех снимках проекта (рис.1), после чего расставляются опознаки на основании абрисов. Отфильтровываем снимки по маркерам и расставляем контрольные и опорные точки (рис.2). По краям снимков опознаки расставлять нельзя, так как на краях имеются предельные значения дисторсии. Затем обновляем привязку и оптимизируем камеру, проверяем значение ошибок.



Рис.1 — Выравнивание снимков

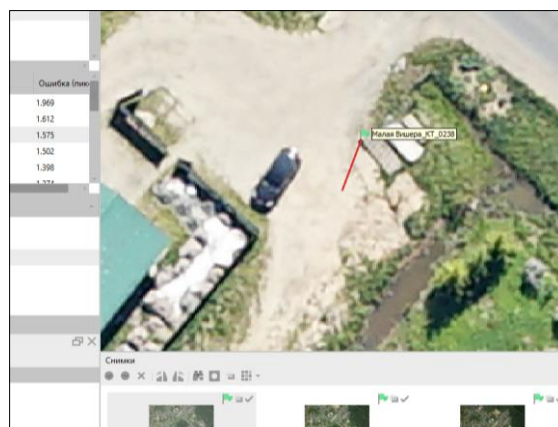


Рис.2 — Опознаки

2. «Построить облако точек» (рис.3). После необходимо отфильтровать его по достоверности и выделить отфильтрованные точки облака, после чего удалить их (рис.4). Затем запускаем классификацию плотного облака точек.



Рис.3 — Плотное облако точек

Рис.4 — Отфильтрованные точки

3. «Построить ЦМР». Таким образом создаем матрицу только из точек земной поверхности и получаем цифровую модель рельефа (рис.5).

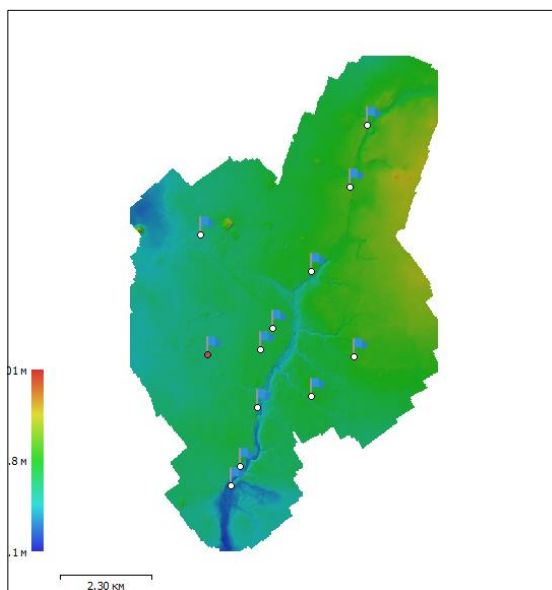


Рис.5 — ЦМР

4. «Построить ортофотоплан» (рис.6).



Рис.6 — Ортофотоплан

5. «Файл» → «Экспорт» → «Экспорт ортофотоснимков...». Выгружаем промежуточные результаты.

Далее обработка переходит в ПО PHOTOMOD.

6. Полученные «промежуточные ортофотоснимки» загружаем в PHOTOMOD GeoMosaic.

6.1. Выставляем необходимые параметры мозаики и задаем в меню «Порезы» команду «Построить». Порезы создаются и используются исключительно для получения максимально точного надирного изображения местности (рис.7). Полученные линии порезов не должны сечь здания, постройки, перпендикулярно пересекать линейные объекты (дороги, путепроводы) и т.п. (рис.8).

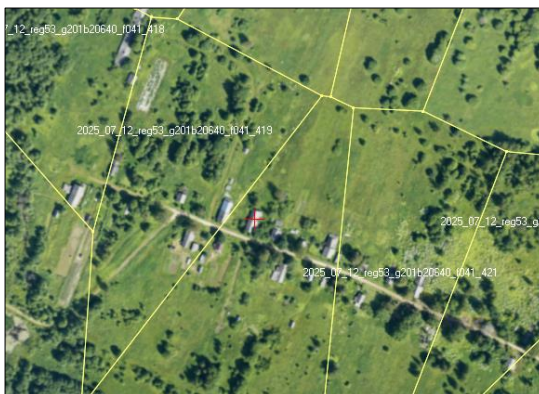
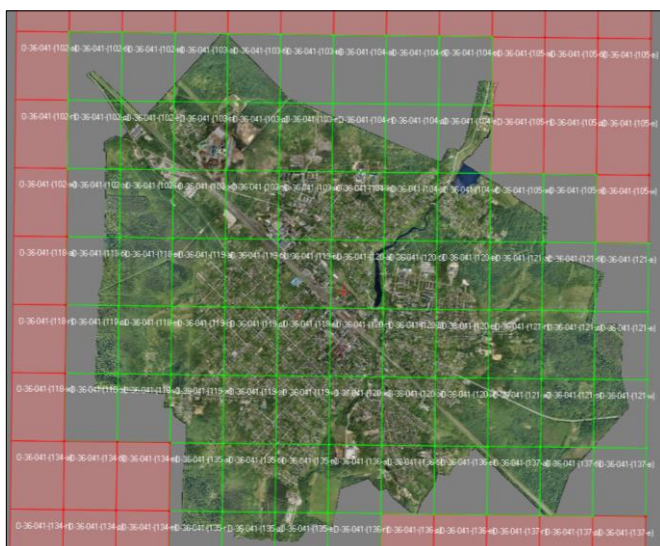


Рис.7 — Порезы



Рис.8 — Редактирование порезов

6.2. «Листы» — «Генератор стандартной нарезки на листы». Получаем сетку масштаба 2000 на наш район работ (рис.9). Затем выполняется нарезка ЦОФП с помощью функции «Построить мозаику». Результат: ЦОФП на Малую Вишеру (рис.10).



A 3D visualization of a city grid, showing buildings and terrain in a perspective view. The image displays a dense urban layout with a grid of streets and numerous buildings of varying heights. The terrain is green, suggesting vegetation or parks, and there are some water bodies visible. The perspective is from an elevated angle, looking down at the city.

Рис.10 — ЦОФП г. Малая Вишера

Современные методы цифрового картографирования позволяют повышать точность кадастровой информации, обеспечивающей эффективное управление земельными ресурсами, что определяет научную значимость цифровой фотограмметрии.

Цифровое картографирование требует максимально точного расположения объектов на карте и высококачественных изображений, которые можно получить при помощи БАС. Во время полета не только производится множество снимков территории, но и производится сбор данных, в последующем используемых для фотограмметрии, обеспечивая высокую точность и детализацию, что ускоряет процесс и улучшает качество работы [7].

Использование БАС в качестве сбора материалов для получения основы в виде ортофотопланов для создания топографических и иных карт и планов имеет большие перспективы при съемке линейных и небольших по протяженности площадных объектов. Поскольку БАС имеют определенные ограничения ввиду своих технических составляющих, на значительно большие площади исходные данные можно получать при помощи космической съёмки.

В ходе обработки материалов АФС, сделанных с помощью комплекса Геоскан 201, был получен ЦОФП, который в последующем может быть использован для создания карты. Главным преимуществом данного вида съемки в сравнении с космической является то, что при оцифровке карт с применением различных геоинформационных систем (ГИС) и ПО специалисту предоставляется возможность более подробного описания местности за счет

четкого исходного растрового материала. Соответственно, по итогу работ будет получена более подробная и детализированная карта.

Список литературы

1. Осенняя, А. В. Совершенствование методов создания топографических карт для целей ведения кадастра недвижимости / А. В. Осенняя, А. А. Панютищева // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической конференции, Омск, 27–28 марта 2025 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2025. – С. 128-131. – EDN YAAXXG.
2. Some features of displaying conventional signs on topographic maps / D. Atayev, M. Ishanov, S. Charyeva, G. Hallyeva // Ceteris Paribus. – 2025. – No. 7. – P. 10-12. – EDN RLXMQT.
3. Белогубец, О. В. Использование беспилотных летательных аппаратов в аэрофотосъемке для создания топографических планов и карт / О. В. Белогубец // XX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета : сборник статей, Нижневартовск, 03–04 апреля 2018 года / Ответственный редактор А.В. Коричко. Том 1. – Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2018. – С. 350-354. – EDN YACYEN.
4. Колтунова А. А. Современные технологии создания топографических карт / А. А. Колтунова // Образование. Наука. Производство : Материалы X Международного молодежного форума с международным участием, Белгород, 01–15 октября 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 344-347. – EDN ZBCSRT.
5. Сечин А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотные летательные аппараты: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования (часть 2) / А.Ю. Сечин, М.А. Дракин, А.С. Киселева / «Ракурс», Москва, Россия. 2011.
6. Щукина О. Г. Разработка ортомозаики на Зангиатинский район с использованием квадрокоптера PHONTOM 4 PRO // Экономика и социум. 2021. №10 (89).
7. Галата К. О., Никонов Н. Г., Папилина А. Е. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в геодезии и картографии // Вестник науки. 2025. №1 (82).