

PHOTOMOD AUTOUAS ДЛЯ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Е.А. Кобзева («Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», Екатеринбург)

В 1995 г. окончила аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работала в ФГУП «Уралаэрогеодезия», с 2000 г. — в ФГУП «Уралгеоинформ», с 2011 г. — в ООО «Технология 2000». С 2016 г. работает в АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», в настоящее время — главный инженер.

А.В. Смирнов (Фирма «Ракурс»)

В 2010 г. окончил факультет прикладной космонавтики и фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 2008 г. работал в ООО «Северная географическая компания», с 2010 г. — в ООО «Геострой» и ЗАО «Центр перспективных технологий». С 2012 г. работает в АО «Фирма «Ракурс», в настоящее время — ведущий специалист отдела технической поддержки. С 2016 г. — преподаватель кафедры фотограмметрии МИИГАиК.

А.Н. Пирогов (Фирма «Ракурс»)

В 2004 г. окончил географический факультет Московского педагогического государственного университета. Приглашенный преподаватель факультета Высшая школа бизнеса МГУ имени М.В. Ломоносова. Основатель проекта GISGeo. С 2008 г. работает в АО «Фирма «Ракурс», в настоящее время — руководитель группы маркетинга.

Фотограмметрический метод определения координат характерных точек границ земельных участков и контуров зданий, сооружений теперь не просто декларирован, но и реально санкционирован при проведении кадастровых работ в Российской Федерации [1–5]. Чаще всего метод востребован при исправлении реестровых ошибок и при выполнении комплексных кадастровых работ на землях населенных пунктов. В этом случае аэрофотосъемка может выполняться с беспилотных летательных аппаратов, а определение координат характерных точек объектов недвижимости проводится по стереомоделям. Стерефотограмметрическое определение координат не только обеспечивает среднеквадратическую погрешность (СКП), равную 10 см, но и снижает объем наземных дополнительных съемок и риск случайных ошибок [6, 7]. Обоб-

щенная схема работ приведена на рис. 1.

Конечно, надежный результат будет получен только при качественной фотограмметрической обработке материалов аэрофотосъемки. По своей сути, фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков заключается в нахождении строгого

математического преобразования между изображением объекта на экране монитора и координатами этого объекта на местности в системе координат, принятой для ведения ЕГРН. Процесс базируется на научных знаниях не только фотограмметрии, но и геодезии, компьютерного зрения, математической





Рис. 2

Расположение центров фотографирования и контрольных фотограмметрических точек на участке пилотного проекта

обработки измерений и др. Очевидно, что программное обеспечение фотограмметрической обработки аэрофотоснимков играет ключевую роль в получении высококачественных результатов.

В 2021 г. компания «Ракурс» представила новое программное обеспечение PHOTOMOD AutoUAS. Эта программа предназначена для полностью автоматической фотограмметрической обработки данных, полученных при аэрофотосъемке с беспилотных летательных аппаратов. Основным преимуществом PHOTOMOD AutoUAS является максимально простой интерфейс пользователя. Фактически, это «однокнопочное» решение, при использовании которого необходимо выбрать только папку с исходными изображениями, тип выходной продукции, систему координат и нажать кнопку «обработка».

PHOTOMOD AutoUAS позволяет получать: истинные ортофотопланы, цифровые модели поверхности, трехмерные текстурированные модели местности и облака точек. Также выходной продукцией является уравнированный фотограмметрический проект, готовый для стереоизмерений в модуле PHOTOMOD StereoDraw.

Для оптимизации вычислительных процессов предусмотрено несколько режимов обработки, позволяющих получать выходную продукцию с высоким, низким и средним разрешением. Предусмотрено использование графических карт для ускорения процесса обработки. Все операции выполняются в режиме распределенной обработки.

АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания» («УСГИК»), специализируясь на высокоточных фотограмметри-

ческих работах, выполняет комплексные кадастровые работы именно стереофотограмметрическим методом. Так, в период с 2018 по 2021 гг. комплексные кадастровые работы были проведены на территории 21 кадастрового квартала, а общий объем объектов недвижимости составил 3072 земельных участка и 2616 объектов капитального строительства. Производственный опыт работ определил критерии выбора цифровой фотограмметрической системы: точность фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки, а также простота и удобство для пользователей.

Наиболее важными процессами фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки является измерение связующих точек и уравнивание маршрутной или блочной фототриангуляции. Выполнение этих процессов в полностью автоматическом режиме существенно сокращает трудозатраты и требования к специалистам, но в то же время ставит вопросы о точности работы алгоритмов.

Будучи заинтересованными в совершенствовании производственных процессов, специалисты компаний «Ракурс» и «УСГИК» протестировали программу PHOTOMOD AutoUAS.

Территория участка пилотного проекта представляла собой открытую, пересеченную местность с частной застройкой (рис. 2). Тестовый набор данных был получен согласно ГОСТ 58854–2020 [8] и включал:

- 440 аэрофотоснимков, полученных в ходе аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата камерой Sony DSC-RX1RM2; размер проекции пикселя на местности 5 см, продольное перекрытие 70%, поперечное перекрытие 60%;

- каталог координат и высот центров проектирования; СКП в плане 2 см, по высоте 3 см;

— каталог координат и высот контрольных геодезических точек; СКП в плане 1,1 см, по высоте 1,2 см;

— контрольные стереомодели, созданные по тем же исходным данным в соответствии с ГОСТ 58854–2020 [8]; среднее расхождение на контрольных геодезических точках в плане 3 см, по высоте 4 см.

Оператор лишь указал путь к исходным аэрофотоснимкам и задал точность координат центров проектирования. Результатом явились готовый фотограмметрический проект со стереомоделями в формате ЦФС PHOTOMOD и «истинный» ортофотоплан в формате GeoTIF, полученные полностью в автоматическом режиме.

Главная цель тестирования программы PHOTOMOD AutoUAS заключалась в определении точности автоматического создания стереомodelей и их проверке на соответствие нормативным требованиям при выполнении кадастровых работ.

Оценка созданных стереомodelей проводилась в модуле PHOTOMOD StereoDraw с использованием профессиональных стереомониторов SM1.

Во-первых, был проверен остаточный поперечный параллакс и расхождение координат одноименных точек в смежных стереопарах и смежных маршрутах. Величина среднего поперечного параллакса составила 0,6 пикселя при допуске 1,0 пиксель. Среднее расхождение координат одноименных точек составило: по оси X — 3 см и по оси Y — 5 см или в плане 6 см при допуске 10 см.

Во-вторых, была оценена точность стереомodelей по расхождениям координат на контрольных геодезических точках. Среднее расхождение составило: по оси X — 3 см и по оси Y — 4 см или в плане 5 см при допуске 6 см.

В-третьих, было выполнено сравнение автоматически созданных и контрольных стереомodelей по 20 контрольным фотограмметрическим точкам. Среднее расхождение в плане составило 5 см, максимальное — 12 см.

Помимо стереомodelей был автоматически создан «истинный» ортофотоплан. «Истинный» ортофотоплан отличается от классического отсутствием перспективных искажений зданий и других объектов местности. Необходимо отметить искусственную автоматическую сшивку трансформированных аэрофотоснимков: линии поперезов незаметны глазу и, главное, не пересекают дома, заборы и пр., даже наземные газопроводы.

Полученные результаты соответствуют требованиям Приказа Росреестра от 23.10.2020 г. № П/0393 [3] к определению координат характерных точек границ земельных участков и контуров зданий, сооружений на землях всех типов, а также удовлетворяют требованиям Приказа Росреестра от 01.06.2021 г. № П/0241 [4] к исправлению реестровых ошибок.

По результатам тестирования можно сделать следующие выводы.

С точки зрения использования при выполнении кадастровых работ программа PHOTOMOD AutoUAS отвечает двум основным критериям:

— обеспечивает строгую фотограмметрическую обработку данных и стереофотограмметрическое определение координат характерных точек с СКП 10 см и менее;

— за счет простоты в освоении позволяет снизить требования к квалификации специалистов по фотограмметрической обработке аэрофотоснимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов.

▼ Список литературы

1. Федеральный закон от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности».

2. Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».

3. Приказ Росреестра от 23.10.2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания».

4. Приказ Росреестра от 01.06.2021 г. № П/0241 «Об установлении порядка ведения Единого государственного реестра недвижимости, формы специальной регистрационной надписи на документе, выражающем содержание сделки, состава сведений, включаемых в специальную регистрационную надпись на документе, выражающем содержание сделки, и требований к ее заполнению, а также требований к формату специальной регистрационной надписи на документе, выражающем содержание сделки, в электронной форме, порядка изменения в Едином государственном реестре недвижимости сведений о местоположении границ земельного участка при исправлении реестровой ошибки».

5. Приказ Минэкономразвития России от 21.11.2016 г. № 734 «Об установлении формы карты-плана территории и требований к ее подготовке, формы акта согласования местоположения границ земельных участков при выполнении комплексных кадастровых работ и требований к его подготовке».

6. Алябьев А.А., Литвинцев К.А., Кобзева Е.А. Фотограмметрический метод в кадастровых работах: цифровые стереомодели и ортофотопланы // Геопрофи. — 2018. — № 2. — С. 4-8.

7. Корчагина О.А. Применение ДДЗЗ в кадастре. Фотограмметрические методы в кадастре. Мифы и реальность. — https://racurs.ru/upload/iblock/111/Primenenie_DDZ_Z_v_kadastre.pdf.

8. ГОСТ Р 58854–2020 Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомodelей застроенных территорий.