

# ФОТОГРАММЕТРИЯ И НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

**А.А. Алябьев** (НП «Союз геодезистов и картографов Сибири и Урала»)

В 1974 г. окончил геодезический факультет Львовского политехнического института по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал в ФГУП «Уралаэрогеодезия», с 1999 г. — в ФГУП «Уралгеоинформ». С 2014 г. работает в АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», в настоящее время — директор. Вице-президент НП «Союз геодезистов и картографов Сибири и Урала».

Основная цель государственной программы РФ «Национальная система пространственных данных» — обеспечение полноты и качества сведений в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) в объеме 95% к концу 2030 г. [1].

Одним из показателей качества ЕГРН является точность определения координат местоположения характерных точек границ земельных участков, контуров зданий, сооружений или объектов незавершенного строительства. Требования к параметрам точности определения координат в населенных пунктах регламентируются следующими документами: приказ Росреестра от 23 октября 2020 г.

№ П/0393 [2] и приказ Росреестра от 01 июня 2021 г. № П/0241 [3] (табл. 1).

В настоящее время широкое распространение получил фотограмметрический метод определения координат местоположения характерных точек границ земельных участков, контуров зданий, сооружений или объектов незавершенного строительства на земельном участке по данным аэрофотосъемки.

Поводом для написания этой статьи стали распространяющиеся попытки использовать для этих целей ортофотопланы без учета нормативных требований, установленных Росреестром [2, 3] и национальными стандартами [4, 5], что чревато

существенными ошибками измерения координат, расстояний и площадей.

Стереомодель и ортофотоплан территории являются результатом фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки (рис. 1). В обоих случаях для их создания используют ориентированные в результате фототриангуляции снимки, но у этих видов продукции имеется кардинальное различие. Если стереомодель строится по ориентированным снимкам без каких-либо преобразований с сохранением исходного качества первичных фотоизображений, то для создания ортофотопланов необходимы дополнительные процес-

**Значения точности определения координат характерных точек границ земельных участков в населенных пунктах**

**Таблица 1**

Категория земель и разрешенное использование земельных участков	Средняя квадратическая погрешность определения координат (местоположения) характерных точек, м	Размер проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков, см
---	--	--

*Приказ Росреестра от 23 октября 2020 г. № П/0393 (требования к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке)*

Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов

0,10

5

*Приказ Росреестра от 01 июня 2021 г. № П/0241 (требования к точности изменения в ЕГРН сведений о местоположении границ земельного участка при исправлении органом регистрации прав реестровой ошибки)*

Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов

1,0

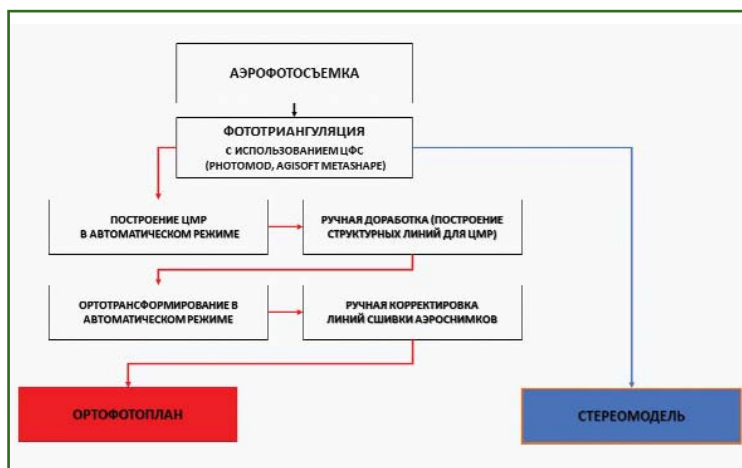
18

Объекты, требующие ручной корректировки при создании ортофотоплана			Таблица 2
Наименование слоя	Редактирование положения линий шивки	Добавление структурной линии в ЦМР	Редактирование для получения визуальной целостности объектов
Гидрография	+	+	
Дороги по насыпи	+	+	
Мосты	+	+	+
Трубопроводы, эстакады	+	+	+
Строения, в том числе протяженные	+	+	+
Ограждения	+		+

сы преобразования и обработки снимков, что приводит к потере исходной точности. Кроме того, такие процессы, как построение ЦМР и ортотрансформирование в автоматическом режиме, ручная доработка и корректировка снимков и последующее редактирование фотоизображения для получения визуальной и метрической целостности объ-



**Рис. 2**  
Изображение до исправления линии шивки (линия зеленого цвета, вверху) и после (внизу)



**Рис. 1**  
Технологическая схема получения стереомодели и ортофотоплана

ектов, приводят к дополнительным затратам (рис. 1 и табл. 2).

Таким образом, результатом фотограмметрической обработки являются:

— стереомодель — реалистичное трехмерное изображение без потерь исходного качества аэрофотоснимков;

— ортофотоплан — двухмерное плоское изображение, имеющее перспективные искажения высотных объектов (завалы зданий, ограждений и т. п.).

Рассмотрим необходимость ручного редактирования фотоизображений при создании ортофотоплана на конкретных примерах.

На рис. 2 (вверху) видно, что линия шивки снимков, полученная в автоматическом режиме, «режет» арочный переход трубопровода, требуется редактирование линии шивки в ручном режиме. Линию шивки

пришлось провести, обходя объект, как показано на рис. 2 (внизу).

На рис. 3 (вверху) видно, что после шивки снимков, на которых ограждение «завалено» в противоположные стороны, ограждение в месте шивки оказалось разорвано, требуется редактирование линии шивки в ручном режиме. Для сохранения изобразительного качества линию шивки сместили, как показано на рис. 3 (внизу).

Ввиду особых требований к точности определения координат характерных точек в населенных пунктах для целей кадастра [2] рассмотрим, насколько использование ортофотопланов и стереомodelей соответствует нормативным требованиям.

Ранее в ряде публикаций приводились доводы о возможности применения стереофото-

грамметрических измерений для комплексных кадастровых работ на территориях населенных пунктов при условии обеспечения требований ГОСТ Р 58854-2020 [4].

Для этих целей были проведены эксперименты, подтвердившие одинаковую точность измерения координат характерных точек границ земельных участков, контуров зданий, сооружений или объектов незавершенного строительства геодезическим методом на местности и по стереофотограмметрической модели, и сделан вывод о том, что стереомодели для комплексных кадастровых работ на землях поселений могут обеспечить точность определения координат характерных точек, установленную приказом Росреестра от 23 октября 2020 г. № П/0393 [6–10].

определения координат в 1,14 м.

Из-за завала изображения с одной стороны забора и тени с другой на ортофотоплане (рис. 5) четко не видно границы земельного участка. На стереофотограмметрической модели есть возможность рассмотреть забор с нескольких углов обзора путем перебора стереопар. Разница между фактическими и измеренными координатами забора составляет 0,55 м.

На рис. 6 граница контура здания, полученная по ортофотоплану, определена неверно (линия красного цвета). Линией синего цвета показана фактическая граница контура здания по данным стереофотограмметрической модели.

Пример изображения многоэтажного здания на ортофото-



Рис. 4

Положение границы земельного участка (линия зеленого цвета — граница ЗУ по ортофотоплану, линия красного цвета — граница ЗУ по стереофотограмметрической модели)

Приведем несколько примеров ошибочного определения координат характерных точек границ земельных участков и объектов незавершенного строительства по ортофотопланам, подготовленным на основе материалов беспилотной аэрофотосъемки с размером проекции пикселя на местности 5 см.

Из-за наличия растительности на ортофотоплане не видно границ земельного участка (рис. 4), что привело к ошибке

плане (рис. 7) показывает, что величины перспективного смещения углов крыши здания разнонаправлены и разновелики, в связи с чем площадь крыши по ортофотоплану составляет 831,6 м<sup>2</sup>, а по стереомодели — 631,6 м<sup>2</sup> (площадь крыши преувеличена на 32%).

Приведенные примеры показывают, что при использовании фотограмметрического метода для определения координат характерных точек границ



Рис. 3

Ограждение в месте сшивки снимков разорвано (вверху); линию сшивки сместили (внизу)

земельных участков, контуров зданий, сооружений или объектов незавершенного строительства, а также площади зданий и сооружений, достоверные результаты можно получить только по стереомодели.

Отдельного внимания требует работа по исправлению реестровых ошибок в населенных пунктах [3].

Согласно требованиям национальных стандартов [4, 5], при измерениях по стереомоделям среднее значение расхож-



Рис. 5

Изображение забора на ортофотоплане





**Рис. 6**  
Пример неверного дешифрирования строения по ортофотоплану



**Рис. 7**  
Изображение многоэтажного здания на ортофотоплане

дений в плановом положении на контрольных геодезических точках не должно превышать 0,3 мм в масштабе карты (плана) и 3/5 допустимой средней квадратической погрешности (СКП) определений координат точек границ и контуров объектов недвижимости.

На ортофотопланах **среднее значение** погрешности планового положения контрольных точек (опознаков) относительно ближайших пунктов планового съемочного обоснования не должно превышать 0,5 мм в масштабе ортофотоплана.

Таким образом, **средние значения** погрешности планового положения контрольных точек для масштаба 1:2000 при

работе по стереомоделям составят 0,60 м, а на ортофотоплане — 1 м.

Согласно приказу Росреестра [3], СКП определения координат при исправлении реестровых ошибок не должна превышать 1 м (табл. 1). Поскольку СКП всегда больше средних погрешностей в ~1,25 раза, следует вывод, что ортофотопланы масштаба 1:2000 в качестве исходного материала не обеспечивают требуемую точность исправления реестровых ошибок. Тем более, что еще добавятся погрешности дешифрирования фотоизображений при измерении координат характерных точек границ земельных участков.

При этом дешифрировать многоэтажные строения в масштабе 1:2000 и крупнее по ортофотопланам согласно [5] запрещено, чтобы исключить ошибки перспективных искажений, разномасштабность крыш и оснований строений и учитывать свесы крыш в частном секторе.

Таким образом, для реализации приказа Росреестра [3] следует использовать продукцию единой электронной картографической основы (ЕКЭО), соответствующую параметрам масштаба 1:2000, но полученную по стереофотограмметрическим измерениям.

Необходимо отметить, что для этих целей в 2022 г. Росреестр оснастил 74 филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» стереофотограмметрическими комплексами.

В заключение следует отметить, что при использовании фотограмметрического метода для определения координат характерных точек границ земельных участков, отнесенных к землям населенных пунктов, достоверные результаты достигаются при измерениях только по стереомодели.

#### ▼ Список литературы

1. Постановление Правительства РФ № 2148 от 1 декабря 2021 г.

«Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных».

2. Приказ Росреестра от 23 октября 2020 г. № П/0393.

3. Приказ Росреестра от 01 июня 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».

4. ГОСТ Р 58854-2020 Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомодели застроенных территорий.

5. ГОСТ Р 59562-2021 Съемка аэрофототопографическая. Технические требования.

6. Виноградов А.В., Войтенко А.В., Жигулин А.Ю. Оценка точности метода Precise Point Positioning и возможности его применения в кадастровых работах // Геопрофи. — 2010. — № 2. — С. 27–30.

7. Алябьев А.А., Кобзева Е.А., Струнина Е.Н. Стереофотограмметрия и комплексные кадастровые работы // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2016. — № 2.

8. Кадничанский С.А. Что необходимо знать заказчику об ортофотопланах // Геопрофи. — 2020. — № 1. — С. 44–48.

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

10. Литвинцев К.А., Струнина Е.Н., Кобзев А.А. Стереофотограмметрия — новый виток в комплексных кадастровых работах и земельном надзоре // Геопрофи. — 2020. — № 5. — С. 4–10.