

# ПОТРЕБНОСТЬ В НОРМАТИВНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

С.А. Кадничанский («Геоскан»)

В 1973 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал в Госцентре «Природа», с 1979 г. — в ЦНИИГАиК, с 1993 г. — в РосНИЦ «Земля», Центре «ЛАРИС», с 2002 г. — в ФГУП «Госземкадастръемка» — ВИСХАГИ, с 2005 г. — в компании «Геокосмос», затем — в НП АГП «Меридиан+» и ФГУП «ГосНИИ авиационных систем», с 2015 г. — в ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». С 2018 г. работает в ООО «Геоскан», в настоящее время — заместитель генерального директора по аэрофотогеодезии. Кандидат технических наук.

Методы аэрофото топографической съемки являются основными при создании и обновлении топографических карт и планов масштаба 1:25 000 и крупнее; исключительно в процессе аэрофото топографической съемки создаются ортофотопланы, отнесенные к составу сведений Единой электронной картографической основы (ЕЭКО) [1]. Они также могут успешно использоваться для определения координат характерных точек границ и контуров объектов недвижимости при решении кадастровых задач. Аэрофото топографическая съемка включает все процессы по созданию или обновлению топографических карт и планов, а также по созданию ортофотопланов, в том числе работы по геодезическому обеспечению, аэрофото съемку, воздушное лазерное сканирование (при необходимости), камеральные работы по фотограмметрической обработке и созданию конечной продукции.

Разработанные еще в 1970-х и 1980-х гг. инструкции по топографическим съемкам [2, 3], утвержденные Главным

управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР, исчерпывающе описывали соответствующие требования к технологическим процессам топографической съемки, в том числе аэрофото топографическими методами, и позже, в 2002 г., были дополнены обновленной инструкцией по фотограмметрическим работам [4].

Несмотря на то, что данные нормативные акты сравнительно давно морально устарели в виду появления принципиально новых технических средств и методов, изменивших облик технологии в целом, они в течение многих лет служили нормативно-технической и методической основой для проведения комплекса работ по топографическим съемкам и были обязательны для всех ведомств и организаций, выполняющих такие работы. Подобного типа документы — это источник уверенных знаний того, как надо осуществлять процесс за процессом в условиях имеющихся технических возможностей. Студентов учили, опираясь именно на эти нормативно-технические документы (НТД) и

стандарты, в том числе по терминологии, разработанные опытными специалистами. В настоящее время их тоже используют, насколько это возможно, и не только в учебном процессе, например, ссылаясь на них в технических заданиях на выполнение работ, что в большинстве случаев совсем неуместно. Зафиксированные в НТД знания — это результат производственного опыта и научных исследований по обоснованию установленных технологических решений и требований. С момента выхода большей части основных НТД методы и средства проведения работ настолько принципиально изменились, что пользоваться имеющимися НТД стало практически невозможно.

В годы (с середины 1990-х гг. и включая первое десятилетие XXI века) кардинального изменения техники и появления принципиально новых решений таких, как глобальные навигационные спутниковые системы (ГНС), цифровые аэрофото съемочные камеры, воздушные лазерные сканирующие системы, средства автономного высокоточного определения

элементов внешнего ориентирования аэрофотосъемочных камер, включающих ГНСС-приемник и инерциальную навигационную систему, опыт проведения аэрогеодезических работ складывался стихийно, без научного обоснования, по-разному на разных предприятиях. Затрачивать средства на исследование и обоснование оптимальных технологических решений не считали и не считают необходимым не только небольшие производственные компании, но и даже крупные. Часто это невозможно вообще, по причине недостаточно высокой квалификации специалистов этих предприятий, поскольку решение таких задач может быть поручено только наиболее опытным специалистам и требует значительных затрат.

В соответствии с Федеральным законом № 431-ФЗ [5, п. 5, ст. 32] «Положения принятых до дня вступления в силу настоящего Федерального закона нормативных актов органов государственной власти СССР, РСФСР и Российской Федерации, регулирующие отношения в сфере геодезии и картографии, действуют до 1 января 2018 г. в части, не противоречащей настоящему Федеральному закону и принятым в соответствии с ним иным нормативным правовым актам».

А много ли нормативных актов было введено в действие после вступления в силу данного Федерального закона, т. е. после 1 января 2017 г., устанавливающих требования к процессам топографической съемки и к аэрофототопографической съемке, в частности? К такому можно причислить только два документа: Постановление Правительства РФ № 1174 [6] и Приказ Минэкономразвития России № 271 [7].

Первый документ [6] предельно лаконичен и не содержит никакого нормативного регулирования технологии, второй [7] — по характеру напоминает существовавшие ранее основные положения по созданию топографических планов и по созданию и обновлению топографических карт и содержит наиболее общие требования, в том числе к точности, разграфке и номенклатуре.

Однако эти требования никак не могут рассматриваться как исчерпывающие и охватывающие технологические процессы создания топографических карт. Кроме того, содержащиеся в указанных документах требования противоречивы. Так, например, документ [6] устанавливает, что государственные топографические планы и карты создаются в масштабах 1:2000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:1 000 000 (и никаких других!), а в [7] утверждается, что «В основу разграфки государственных топографических планов масштаба 1:2000, создаваемых на участках площадью свыше 20 км<sup>2</sup>, в общем случае принимается лист карты масштаба 1:100 000, который делится на 256 частей — номенклатурных листов плана масштаба 1:5000; каждый номенклатурный лист масштаба 1:5000 делится на девять частей, представляющих собой номенклатурные листы масштаба 1:2000». Возникает вопрос: как могут требования, утвержденные Приказом Минэкономразвития России, ссылаться на то, чего нет (план масштаба 1:5000) и быть не может в соответствии с Постановлением Правительства РФ?

В Приказе Минэкономразвития РФ № 853 [1] в том числе утверждается: «Состав сведений ЕЖКО должен обеспечивать возможность представления

указанных сведений в электронной форме в виде: ортофотопланов масштабов: 1:2000 и крупнее — на территорию населенных пунктов». Если с масштабом 1:2000 есть ясность, поскольку требования к точности для этого масштаба изложены в Приказе Минэкономразвития России № 271 [7], то с масштабами, которые «крупнее», после 1 января 2018 г. не понятно вообще ничего. Во-первых, нигде не установлено, каких конкретно масштабов ортофотопланы могут быть и каковы требования к их точности и качеству, в первую очередь, к пространственному разрешению. Не говоря о том, что было бы полезным определить, что такое масштаб цифрового ортофотоплана, представляющего в сущности просто матрицу чисел, хотя бы на примере масштаба 1:2000.

Условные знаки для топографических планов и топографических карт всего масштабного ряда, разработанные и утвержденные Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР и Военно-топографическим управлением Генерального штаба МО СССР, имевшие статус обязательного применения всеми ведомствами и учреждениями и изданные большими тиражами, в соответствии с Федеральным законом № 431-ФЗ [5, п. 5, ст. 32] с 1 января 2018 г. не действуют. Обновленных, актуализированных современных версий этих нормативных документов не создано и не введено в действие. Однако даже если предположить, что в самом ближайшем будущем это произойдет, то условные знаки для топографических планов масштабов 1:500, 1:1000, 1:5000 не появятся, так как государственных топографических планов этих масштабов Постановлением Правительства РФ № 1174 [6] не предусматривается.

Такие топографические планы неизбежно будут создаваться разными ведомствами или по заказу местных органов исполнительной власти. А условные знаки для них и прочие требования, начиная с требований к точности и содержанию, каждый субъект федерации и каждое заинтересованное ведомство должны будут разрабатывать сами, как смогут и как сочтут нужным. Можно представить, что из этого получится. Для качественного решения этой задачи на местах потребуются специалисты соответствующего профиля и достаточно высокой квалификации. Однако, вероятней всего, для этого по-прежнему будут использоваться документы, разработанные в прошлом веке, требующие их научно обоснованного обновления.

В коренном пересмотре нуждаются требования ко всем технологическим процессам аэрофототопографической съемки: геодезическому обеспечению, аэросъемке, фотограмметрической обработке и созданию конечной продукции, рассматриваемых как единое целое, поскольку результаты каждого из них зависят от качества результатов или требований других. Принципиально изменились методы создания съемочной геодезической сети, изменилась ее структура (плотность) и специфика назначения. Необходимо обоснованно сформулировать требования к ее плотности и точности, так как от этого зависит точность конечного результата. В связи с тем, что появились средства автономного высокоточного определения элементов внешнего ориентирования аэрофотосъемочных камер, основанные на спутниковых определениях и использовании инерциальных измерительных устройств, потребность в планово-высотной подготовке аэрофо-

тоснимков в виде опорных точек во многих случаях отпадает, а для остальных случаев она может быть сведена к минимуму, который должен быть нормативно установлен. При этом возникают другие актуальные вопросы, связанные с контролем точности. Сколько контрольных опознаков необходимо запроектировать, чтобы объем контроля был статистически представителен, но геодезическая привязка контрольных точек не оказалась чрезмерно затратной? На каком удалении от объекта аэрофотосъемки могут располагаться базовые станции в зависимости от масштаба создаваемого плана или карты? Каким способом и на основании каких исходных данных должны или могут быть определены их координаты и с какой точностью? Как ее контролировать? И это еще далеко не все вопросы по геодезическому обеспечению.

Аэрофотосъемка стала цифровой и дополнилась возможностью проведения воздушного лазерного сканирования; на практике все чаще для этих целей применяются беспилотные воздушные суда. В этом технологическом процессе также возникают принципиально новые вопросы. Если раньше при использовании аналоговой аппаратуры в инструкциях по топографической съемке указывалось: для какого масштаба создаваемой карты или плана и при какой высоте сечения рельефа аэрофотоаппарат с каким фокусным расстоянием должен использоваться и какой масштаб фотографирования должен обеспечиваться, то для цифровой аэрофотосъемки масштаб фотографирования вообще потерял свой «исторический» смысл, а фокусное расстояние не имеет принципиального значения. Вместо этого имеет

значение номинальное пространственное разрешение, выражаемое размером пикселя на местности, и высота фотографирования. Номинальное пространственное разрешение, в первую очередь, определяет дешифровочные возможности цифрового аэрофотоснимка и должно при этом обеспечивать плановую точность конечной продукции аэрофототопографической съемки конкретного масштаба. Так каким оно должно быть в зависимости от масштаба карты, плана, ортофотоплана? Высота фотографирования ограничивается требованиями к точности съемки рельефа с использованием конкретной аэрофотокамеры. Необоснованно большая высота фотографирования приведет к потере точности, а слишком малая — к необоснованным затратам. Поскольку в прошлом веке для аэрофотосъемки использовались серийно выпускаемые отечественные аэрофотоаппараты ограниченного числа моделей единственного формата кадра, то в инструкциях было однозначно установлено аэрофотокамеру с каким фокусным расстоянием следует использовать для создания фотоплана и для какой местности, чтобы так называемые «завалы зданий» были приемлемы. При этом требования к самим «завалам» не устанавливались. В настоящее время ассортимент аэрофотокамер весьма велик, а число эксплуатируемых экземпляров мало. Чтобы не исключать возможности использования различных аэрофотокамер, следует установить требование к эффективному углу поля зрения, ограниченному той частью кадра, которая может быть использована для создания ортофотоплана. А это значит, что перекрытия аэрофотоснимков могут быть больше привычных 60% и 30%, в зависимости

от главного требования — максимальный допустимый эффективный угол поля зрения. Воздушное лазерное сканирование является эффективным решением для съемки рельефа, однако возникает вопрос о требованиях к точности и плотности получаемого в результате сканирования облака точек. Если с точностью определиться не сложно, то относительно плотности точек есть большое число примеров, когда в требованиях технического задания она задавалась необоснованно высокой, что, безусловно, ведет к удорожанию работ.

Все перечисленное вовсе не исчерпывает список того, что требует регламентации относительно аэросъемочных работ. Его следует дополнить возможностью применения беспилотных воздушных судов, требованиями к аэрофотосъемочной аппаратуре, к калибровочным процедурам, к представлению результатов цифровой аэрофотосъемки и многими другими.

Камеральные работы и, в частности, фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъемки, также изменили свой облик. Так, например, фототриангуляция перестала иметь главной целью сгущение съемочного обоснования и быть обязательным процессом во многих случаях при наличии средств автономного высокоточного определения элементов внешнего ориентирования аэрофотосъемочных камер. Однако возникает вопрос: в каких именно случаях и при каких условиях? Правильный ответ на этот вопрос позволяет сэкономить время и сократить финансовые затраты при уверенности в получении качественного результата. В случае, когда необходимость в фототриангуляции обоснована, следует иметь уверенный ответ на

вопрос: а нужны ли опорные точки и в каком количестве, каким количеством контрольных точек необходимо обеспечить уравниваемый блок. В имеющихся инструкциях такой информации нет, поскольку они создавались в эпоху аналоговой аэрофотосъемки и отсутствия спутниковой и инерциальной аппаратуры для автономного определения координат центров фотографирования.

Современные программные средства фотограмметрической обработки позволяют создавать принципиально новую продукцию — «истинный ортофотоплан», на котором все возвышающиеся над землей объекты показаны без «завалов», а местность вокруг них не имеет

мертвых зон (см. рисунок). Для этого в стереорежиме векторизуются все объекты, возвышающиеся над землей, что значительно повышает стоимость готовой продукции. Однако есть возможность создания «упрощенного истинного ортофотоплана», также исключаящего «завалы» и мертвые зоны, с использованием плотной модели местности, что гораздо дешевле, и даже не дороже обычного ортофотоплана. Он отличается от истинного ортофотоплана тем, что изображение на нем крыш зданий и других возвышающихся над поверхностью земли объектов может иметь заметные при увеличении глазу деформации, например, кромки крыш изображены негладкими линиями, а



Фрагменты ортофотопланов: обычный ортофотоплан (вверху), истинный ортофотоплан (внизу)

столбы или опоры линий электропередач с заметными искажениями. Во многих случаях такой продукции может быть отдано предпочтение. Обычный ортофотоплан создается при условии, что учитывается только рельеф местности, а, следовательно, такие объекты, как путепроводы, возвышающиеся над землей, не будут иметь точного положения в плане. Однако многие заказчики этого не понимают и предъявляют необоснованные претензии к качеству конечной продукции.

Все эти варианты типов ортофотоплана необходимо «узаконить» в НТД и получить установленные к ним требования. Так как для создания ортофотоплана требуется цифровая модель рельефа, то в нормативных документах должны быть определены ее точность и плотность. Подготовка цифровой модели рельефа необоснованной точности и плотности ведет или к браку, или к дополнительным затратам.

Конечно, перечисленными проблемами не исчерпывается перечень того, что требует нормативного регулирования. Это только наглядные примеры, к которым следует еще добавить необходимость отражения требований к техническому отчету по комплексу работ аэрофототопографической съемки, без чего не может быть обеспечена полноценная приемка работ. Отдельно с исчерпывающей детальностью должны быть отражены требования к цифровой топографической аэрофотосъемке. Кроме того, аэрофототопографическая съемка может успешно применяться для определения координат точек границ и контуров объектов недвижимости с необходимой точностью даже для земель населенных пунктов, а проще сказать, для съемки границ и контуров объектов недвижимости. Однако воз-

можность и технические требования к такой съемке должны быть отражены в нормативных документах.

Представление, что изложенные выше вопросы и многие другие, оставшиеся не упомянутыми, имеют очевидные ответы, является заблуждением. Никакой книги с ответами нет. Знания, опыт, результаты некоторых теоретических и практических исследований рассеяны в статьях, документах, умах и требуют научного осмысления, исследования и отражения в нормативных документах, охватывающих полный комплекс работ по аэрофототопографической съемке. Однако этим документам непременно должна предшествовать разработка глоссария терминов по аэрофототопографии и аэрофотограмметрии, вероятно в виде национального стандарта. Несмотря на публикации [8–10] и многократные выступления специалистов по поводу острой потребности в нормативно-техническом обеспечении в области аэрофототопографической съемки, в том числе на коллегиях Росреестра, эта проблема по-прежнему остается актуальной и не решенной.

#### ▼ Список литературы

1. Приказ Министерства экономического развития РФ от 27 декабря 2016 г. № 853 «Об установлении требований к составу сведений единой электронной картографической основы и требований к периодичности их обновления».
2. Инструкция по топографическим съемкам в масштабах 1:10 000 и 1:25 000. Полевые работы. — М.: Недра, 1978.
3. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГКИНП-02-033-79. — М.: Недра, 1982.
4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНТП (ГНТА)-02-036-02. — М.: ЦНИИГАиК, 2002.
5. Федеральный закон от 30.12.2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
6. Постановление Правительства РФ от 12.11.2016 г. № 1174 «Об установлении требований к периодичности обновления государственных топографических карт и государственных топографических планов, а также масштабов, в которых они создаются».
7. Приказ Минэкономразвития России от 06.06.2017 г. № 271 «Об утверждении требований к государственным топографическим картам и государственным топографическим планам, включая требования к составу сведений, отображаемых на них, к условным обозначениям указанных сведений, требования к точности государственных топографических карт и государственных топографических планов, к формату их представления в электронной форме, требований к содержанию топографических карт, в том числе рельефных карт» (в ред. от 11.12.2017 г.).
8. Бабашкин Н.М., Кадничанский С.А., Нехин С.С., Яблонский Л.И. Основные направления совершенствования государственного картографирования Российской Федерации // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII международный научный конгресс, 18–22 апреля 2016 г., Новосибирск: Пленарное заседание: сб. материалов. — Новосибирск: СГУГиТ, 2016. — С. 3–8.
9. Кадничанский С.А., Нехин С.С. Особенности современной технологии аэрофототопографической съемки и необходимость их отражения в новых нормативно-технических документах // Н.-т. сборник № 28 (по материалам н.-т. конференции, 31 мая — 1 июня 2016 г.). 29-й НИИ МО РФ, ДСП. — М., 2016. — С. 130–135.
10. Бабашкин Н.М., Кадничанский С.А., Нехин С.С., Яблонский Л.И. Проблемы нормативно-технического обеспечения создания пространственных данных по материалам дистанционного зондирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII междунар. научн. конгр., 17–21 апреля 2017 г., Новосибирск: Пленарное заседание: сб. материалов. — Новосибирск: СГУГиТ, 2017. — С. 3–7.