

ОБ УСТАНОВЛЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ В МАСШТАБЕ 1:200 И КРУПНЕЕ

Е.Д.Осипов (МИИГАиК)

С 2003 г. студент факультета прикладной космонавтики МИИГАиК. В настоящее время — техник 000 «Вектор-Гео».

В статье Д.Ш. Михелева, А.А. Лобанова и Ю.Д. Михелева «О требованиях к топографической съемке в масштабе 1:200» (см. Геопрофи. — 2004. — № 6. — С. 46–48) затронута весьма актуальная проблема методологии установления требований к крупномасштабным топографическим съемкам, не регламентированным действующими нормативными документами [1, 2]. Эта проблема не ограничивается только созданием топографических планов рассматриваемого масштаба, так как нередко возникает потребность в более точных и детальных съемках для решения различных специальных задач и построения цифровых проблемно-ориентированных моделей местности. Кроме того, нормативные документы периодически нуждаются в пересмотре для приведения их в соответствие с современными тенденциями и достижениями, дополнения новыми методами съемок. В связи с этим, дискуссия, предложенная авторами данной статьи, должна вызвать научный и практический интерес.

К приведенным в статье расчетам и выводам хотелось бы добавить следующие соображения.

▼ **О «графической точности топографического плана»**

Широко применяемый ранее подход к расчету точности измерений на основе возможнос-

тей отображения их результатов на твердом носителе был оправдан до тех пор, пока такой способ отображения был единственно возможным. По бумажным картам и планам решались задачи определения координат, отметок, расстояний и т. д. При этом для обеспечения максимальной точности отображения использовались планшеты на жесткой основе, а также устанавливались допуски на расхождение в длинах сторон координатной сетки и рамок планшетов (п. 5.196 [2]). На современном этапе можно констатировать, что основным носителем топографической информации стала цифровая карта (план) или цифровая модель местности, а то, что получается при выводе на твердый носитель, называется ее «графической копией» (ГОСТ 28441–99). В цифровом плане или модели измерительные задачи решаются аналитически, быстро и удобно. Точность метрических характеристик объектов не зависит от масштаба отображения на устройствах визуализации, а целиком определяется точностью съемки и ввода данных. Кроме того, при изготовлении графических копий на обычных плоттерах, даже новых, геометрические искажения до 0,2% считаются нормой. Нетрудно подсчитать, что для расстояния 50 м в масштабе 1:200 эта величина может составлять 0,5 мм, что уже больше установленной

п. 5.9 [1] предельной погрешности взаимного положения точек (0,4 мм). Согласно п. 5.63 [2] графические копии должны выполняться на малодеформируемых пластиках, и лишь в отдельных случаях допускается использование чертежной бумаги, однако на практике это требование нередко нарушается, и для планов применяют материалы на целлюлозной основе, дающие значительную усадку (бумага, калька). Часто с первых графических копий изготавливают вторые и т. д., о точности которых говорить вообще бессмысленно. Поэтому точные измерения по графическим копиям проводятся все реже и ориентироваться на их точность вряд ли имеет смысл.

Представляется более целесообразным исходить непосредственно из технологических или экономических требований к метрическим характеристикам объектов картографирования. Например, в том же п. 5.9 [1] для промышленных предприятий приведены требования к точности, не связанные с масштабом плана: «предельные погрешности во взаимном положении закоординированных характерных точек сооружений, расположенных в противоположных концах производственного блока (на расстоянии не более 1000 м), не должны превышать 10 см, а смежных сооружений — не более 5 см».

В Инструкции [3] требования

к точности выражены в масштабе «базового» плана: «средняя квадратическая погрешность положения межевых знаков относительно пунктов ГГС, ОМС (ОМЗ) не более 0,1 мм». Очевидно, что такая точность не может быть обеспечена графической копией базового кадастрового плана. Но, назначая тот или иной «базовый» масштаб в зависимости от размеров территории, размеров кадастровых участков, их стоимости и т. д., можно регулировать и точность взаимного положения межевых знаков. Отметим, что поскольку межевыми знаками границ, совпадающих с линейными сооружениями (заборами, фасадами зданий, элементами дорожной сети и т. д.), являются элементы этих сооружений, кадастровые требования оказываются более чем в 6 раз жестче, чем аналогичные требования СНиП для незастроенной территории (0,5x1,25 = 0,625 мм).

Примером экономического подхода может служить вывод, полученный в [4]: «оптимальной величиной средней квадратической ошибки определения координат граничных точек участков, расположенных в зонах с высокой стоимостью земли, можно считать 2 см». Это как раз соответствует 0,1 мм плана, если масштаб 1:200 принять за базовый.

▼ **О выбранной для расчетов схеме съемки**

В приведенной авторами схеме рассмотрен один из наиболее благоприятных случаев, когда съемку соседних контуров выполняют с соседних точек одного хода съемочного обоснования (еще лучше — если с одной). Такое возможно далеко не всегда, поэтому рассмотрим и наиболее неблагоприятный вариант (рис. 1). Например, два угла одного здания длиной ме-

нее 50 м могут быть отделены друг от друга глухим забором или цепочкой других зданий, поэтому съемочное обоснование для координирования каждой из них приходится создавать независимо от разных пунктов опорной геодезической сети (ОГС). В этом случае в формуле (1) ошибку взаимного положения соседних точек съемочной геодезической сети (СГС) придется заменить ошибкой взаимного положения исходных пунктов ОГС и ошибками точек СГС относительно этих пунктов, что существенно изменит результаты расчетов.

▼ **О возможности применения требований, установленных для более мелких масштабов**

Упомянутый авторами принцип сгущения геодезической основы от более точной опорной сети к менее точной сети сгущения, находится в противоречии принципу увеличения требований к точности с укрупнением масштаба съемки. В связи с этим допуски в [1] и [2] не рассчитаны на планы масштаба крупнее 1:500, и масштаб 1:200 не включен в перечень регламентируемых масштабов, хотя и многократно упоминается. Проиллюстрируем это графически (рис. 2), используя следующие обозначения:

М — знаменатель масштаба съемки;

ϑ1 — средняя* погрешность во взаимном положении на плане закоординированных точек и углов капитальных зданий на расстоянии до 50 м (0,4xM/2 мм);

ϑ2 — средняя погрешность положения контуров местности относительно ближайших пунктов СГС (0,5xM мм);

ϑ3 — средняя погрешность положения пунктов СГС относительно пунктов ОГС (0,1xM мм);

ϑ4 — средняя погрешность взаимного положения смежных пунктов ОГС (50/2 мм).

Как видно из графика, для масштаба 1:200 «нормативная» точность СГС (ϑ3 = 20 мм) должна быть выше (!) точности исходного построения — ОГС (ϑ4 = 25 мм), а если попытаться вычислить необходимую погрешность непосредственно съемки по формуле $\vartheta_2 = \sqrt{(\vartheta_1^2 - 2\vartheta_3^2 - \vartheta_4^2)}/2$, то получится, что ее надо выполнять еще точнее ($\sqrt{(40^2 - 2 \times 20^2 - 25^2)}/2 = 9$ мм). Смежные сооружения промышленных предприятий снять с требуемой точностью (ϑ1 = 25 мм) при такой схеме вообще не удастся.

Реальная ситуация с ОГС крупных городов может быть еще более осложнена, если она создавалась или уравнивалась блоками. Тогда реальное значение ϑ4 для смежных пунктов, входящих в разные блоки, мо-

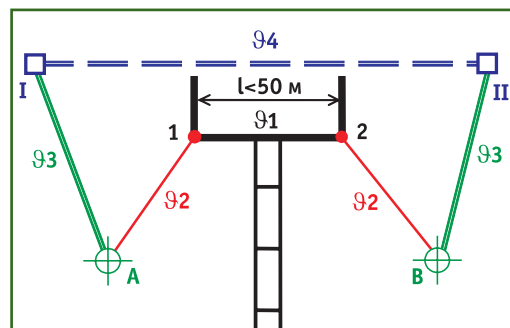


Рис. 1
Один из неблагоприятных вариантов съемки контуров

жет существенно превосходить допуск, а достоверные данные о ее величине — отсутствовать. В этом случае уравнивание СГС без учета ошибок исходных данных вызовет ее деформацию и только ухудшит точность взаимного положения координируемых точек.

Поскольку создавать ОГС города для съемки масштаба

* Переход от средних к средним квадратическим значениям посредством умножения на коэффициент 1,25 не повлияет на выводы и, при необходимости, может быть выполнен для итоговых значений расчетов.

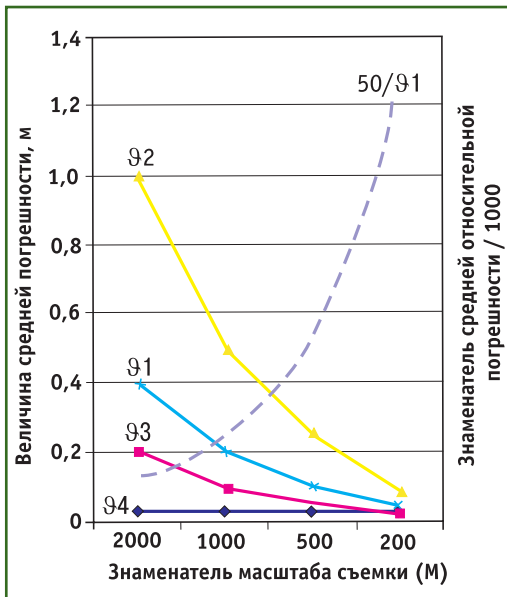


Рис. 2

Требования к точности положения точек в зависимости от масштаба съемки

1:200 — слишком большая роскошь, выходом может быть формирование сплошной СГС на территории объекта съемки и ее свободное уравнивание (использование только одного исходного пункта и направления) или применение при ее создании спутниковых методов и систем, обеспечивающих требуемую точность [5].

Попутно отметим, что при укрупнении масштаба возрастают требования к средней относительной погрешности взаимного положения точек на плане. Для масштаба 1:200 при расстоянии 50 м, ее величина составляет 1/1250. На графике пунктирной линией показан характер роста знаменателя (с целью приведения к единой шкале использован коэффициент 0,001). В то же время для производственного блока длиной до 1 км, как отмечалось выше, эта величина должна составлять 1/20 000 независимо от масштаба.

▼ О расчете максимального расстояния до пикета

При создании съемочного обоснования для крупномасштабных съемок ошибки цент-

рирования и редуций оказывают преобладающее влияние на точность определения дирекционных углов, поэтому использованная авторами формула (2) даст приемлемую точность вычисления только в случае применения трехштативной схемы, что далеко не всегда имеет место. Реальная погрешность угловых измерений при коротких расстояниях, а они как раз и встречаются в условиях плотной застройки, может многократно превышать точность инструмента. Например, погрешность определения угла со сторонами 20 м при соблюдении требований [2] (погрешность центрирования 1 см) может достигать 3' и, практически, не зависит от точности используемого тахеометра. Если с определенной таким образом станции снять пикет на расстоянии 100 м, погрешность составит 87 мм. Именно этим объясняются такие жесткие ограничения на длину висячих ходов для застроенной территории — 105 м (п. 5.27 [2]).

С другой стороны, при больших расстояниях необходимо учитывать погрешность визирования. Так, для максимальной допустимой длины полярного направления 1000 м [2] и при тридцатикратном увеличении зрительной трубы величина этой погрешности составит около 10 мм даже при достаточно стабильном изображении, что в условиях города и промышленных предприятий бывает не так часто. Поэтому рассчитывать максимальные допустимые расстояния и другие ограничения имеет смысл только для конкретных условий и задач, тем более, что сами вычисления сейчас не вызывают проблем даже в полевых условиях. Поскольку формулы для этих расчетов многократно описаны в учебной и справочной литературе, отметим лишь, что в результате, полученные авторами

по формуле (3), вкралась опечатка — пропущен ноль.

▼ О выборе класса построения съемочного обоснования

Предложенный авторами вариант расчета точности создания съемочного обоснования предусматривает, что все координируемые точки, расположенные в пределах 50 м друг от друга, снимаются **только** с одной или со смежных точек съемочной сети. При этом исходным критерием является **только** требуемая точность взаимного положения координируемых точек. Такие ограничения позволяют сделать вывод о необходимом «классе построения съемочной сети» **только** для рассматриваемой авторами схемы. Ведь есть еще требования к точности положения точек относительно пунктов ОГС, соблюдение которых позволяет стыковать друг с другом фрагменты топографических планов, выполненные в разное время и разными исполнителями.

Кроме того, осталось не ясно, почему авторы предлагают для создания съемочного обоснования использовать теодолитный ход ($m_{\beta} = 30''$, $m_s/S = 1/2000$ [2]), если по их же расчетам требуется более высокая точность измерений. А если снимать надо производственный блок промышленного предприятия, то может потребоваться и полигонометрия 4 класса ($m_s/S = 1/25 000$).

По поводу высотного обоснования можно лишь отметить, что вряд ли целесообразно создавать его отдельно от планового. Тригонометрическое нивелирование посредством современного электронного тахеометра с компенсатором вполне позволяет обеспечить требуемые средние погрешности как для съемочной сети (25 мм), так и для рельефа (60 мм) при стандартной высоте его сечения 0,25 м. Но для обеспечения бо-

лее высокой точности при высоте сечения рельефа 0,1 м (средняя погрешность для сети 10 мм), нивелировании подземных коммуникаций (10 мм, п. 5.2.28 [6]) и в некоторых других случаях, использование геометрического нивелирования может быть вполне обоснованным.

Подводя итоги, необходимо признать, что выводы авторов о том, что «съёмочное обоснование для топографической съёмки застроенной территории масштаба 1:200 может создаваться путем проложения теодолитных ходов», и максимальное расстояние до пикетов при плановой съёмке может достигать 1345 м, выглядят слишком оптимистичными. Однако далеко не всегда требуется повышение точности с увеличением масштаба плана. Часто потребность в более крупном масштабе диктуется необходимостью улучшения его детальности и читаемости, а отнюдь не повышения точности. Это косвенно подтверждается и тем фактом, что некоторые крупные изыска-

тельские предприятия изготавливают инженерно-топографические планы масштаба 1:200 с точностью масштаба 1:500, и это закреплено соответствующими внутренними нормативными документами. При этом следует отметить, что существующая методика обоснования выбора масштаба топографической съёмки для проектирования по критерию избыточности информации [7], основанная на определении информативной плотности плана, нуждается в корректировке, так как не учитывает возможностей цифровой картографии и автоматизированного проектирования. Но этот вопрос уже выходит за рамки темы данной дискуссии.

▼ Список литературы

1. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». — М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997.
2. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства». — М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997.
3. Инструкция по межеванию земель. — М.: Роскомзем, 1996.
4. Д.Ш. Михелев, Е.Б. Жозе Ману-

эль. Экономические аспекты регламентации точности определения границ и площадей городских земельных участков // Материалы конференции «Проблемы ввода и обновления пространственной информации» (Москва, 23–27 февраля 1998 г.). — М.: ГИС-Ассоциация, 1998.

5. С.Г. Гаврилов, С.Ю. Крыжановский, Д.Е. Осипов. Спутниковая система межевания земель: первые впечатления пользователей // Геопрофи. — 2004. — № 3. — С. 50–52.

6. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть II. «Выполнение съёмки подземных коммуникаций при инженерно-геодезических изысканиях для строительства». — М.: ПНИИИС Госстроя России, 2001.

7. Ю.К. Неумывакин. Обоснование точности топографических съёмок для проектирования. — М.: Недра, 1976.

RESUME

An approach to the accuracy calculation is discussed concerning the large-scale topographic survey. A possibility of extrapolating requirements for the survey on a scale of 1:500 and smaller for the scale of 1:200 and larger is reviewed.

Группа компаний "ПРОМНЕФТЕГРУПП"

ЗАО "ПНГео" ПРЕДЛАГАЕТ ВСЕ СПЕКТР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ:



- РУЧНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ
- АКСЕССУАРЫ
- МЕРНЫЕ КОЛЁСА
- НИВЕЛИРЫ
- ТЕОДОЛИТЫ
- ТАХЕОМЕТРЫ
- GPS СИСТЕМЫ

Приглашаем к сотрудничеству региональных партнеров на очень выгодных условиях. Гибкая система скидок.

Тел./ФАКС - (095) 785-01-19, 785-01-20

WEB: WWW.PNGEO.RU E-MAIL: PNG@SOVINTEL.RU

117638 Москва, ул Сивашская 7 "ГГА"