

О ТРЕБОВАНИЯХ К ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ В МАСШТАБЕ 1:200

Д.Ш. Михелев (МИИГАиК)

В 1954 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». Работал на геодезическом производстве в МАГП и Мосгоргеотресте, заведовал лабораторией кафедры прикладной геодезии МИИГАиК, руководил геодезической службой в Институте физики высоких энергий на строительстве Большого серпуховского ускорителя. С 1967 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — профессор кафедры прикладной геодезии.

А.А. Лобанов (МИИГАиК)

В 2002 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». С 2003 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — аспирант кафедры прикладной геодезии.

Ю.Д. Михелев (ГУП «Мосгоргеотрест»)

В 1988 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследования природных ресурсов». Работал в НПО «Планета» и ООО «Радиус-М». В настоящее время — главный специалист отдела ГУП «Мосгоргеотрест».

На данном этапе развития городской застройки в крупных городах, таких как Москва и Санкт-Петербурге, а также при проектировании объектов на действующих предприятиях, возникает необходимость в топографических планах масштаба 1:200. Это связано, в первую очередь, с высокой насыщенностью городских территорий подземными коммуникациями. Кроме того, использование топографических планов данного масштаба диктуется потребностями городского кадастра, а также требованиями, предъявляемыми при строительстве и реконструкции крупных промышленных предприятий. Топографические съемки этого масштаба уже выполняются, однако в настоящее время отсутствуют нормативные документы или методики, определяющие порядок проведения топографических съемок в масштабе 1:200. Только в строительных правилах [1] есть примечание к п. 5.60: «Топографическая съемка в масштабе 1:200 выполняется на отдельных

участках промышленных предприятий и улиц (проездов, переходов) городов с густой сетью подземных коммуникационных сооружений, на участках со сложными природными и техногенными процессами и др. Технические требования к ее выполнению должны устанавливаться в задании заказчика». Но кто этот заказчик, и каким образом он может устанавливать технические требования при отсутствии необходимых нормативов?

Затронутая тема весьма обширна и является серьезной научной задачей, поэтому в данной статье, в порядке дискуссии, рассмотрим лишь некоторые ее аспекты.

Прежде всего, появляется вопрос о требованиях к точности съемки в масштабе 1:200, а именно: к точности определения пространственного положения пикетных точек. Для его решения возможен путь, апробированный многолетней практикой, т. е. требованиями к графической точности топографического плана. Для крупномасштабных

топографических планов, включая масштаб 1:500, эти требования изложены в действующих инструкциях [1–3]. Из анализа изложенных в этих инструкциях основных требований следует, что они практически совпадают, и это дает возможность применять их для расчета требований к топографической съемке масштаба 1:200.

Не приводя данных, изложенных в инструкциях, перейдем непосредственно к расчету точностных показателей к топографической съемке в масштабе 1:200, учитывая, что в нормах приведены требования, выраженные в средних или предельных ошибках (погрешностях), в то время как все расчеты и особенно оценки целесообразнее выполнять в средних квадратических величинах. Согласно теории ошибок, средние квадратические ошибки (СКО) в 1,25 раз больше средних [4], а предельные, с вероятностью 0,95 — можно принять вдвое больше СКО. Следует отметить, что с точки зрения теории ошибок,

непонятно по какой причине в [2] соотношение СКО и средней ошибки принято равным 1,4.

С учетом вышеизложенного для съемки в масштабе 1:200 на территории городов и промышленных площадок будем иметь:

1) СКО положения пунктов плановой съемочной сети относительно пунктов государственной геодезической сети и геодезических сетей сгущения не должна превышать на застроенной территории величины $0,1 \text{ мм} \times 200 \times 1,25 = 25 \text{ мм}$;

2) СКО определения высот пунктов (точек) съемочной геодезической сети относительно ближайших реперов (марок) опорной высотной сети не должна превышать на равнинной местности величины $0,25 \text{ м} \times 1,25 \times 1/10 = 0,031 \text{ м}$ (3,1 см) при высоте сечения рельефа 0,25 м;

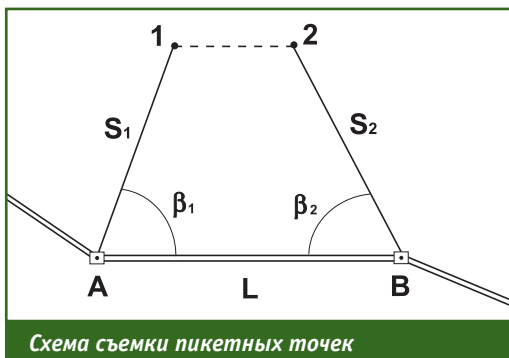


Схема съемки пикетных точек

3) СКО взаимного положения на плане закоординированных точек и углов капитальных зданий ($m_{в.п.}$), расположенных один от другого на расстоянии до 50 м, не должна превышать величины $0,4 \text{ мм} / 2 \times 200 \times 1,25 = 50 \text{ мм}$;

4) СКО съемки рельефа относительно ближайших точек геодезического обоснования при высоте сечения рельефа 0,25 м не должна превышать величины:
— $0,25 \text{ м} \times 1,25 \times 1/4 = 0,079 \text{ м}$ (7,9 см) — при углах наклона местности до 2° ;

— $0,25 \text{ м} \times 1,25 \times 1/3 = 0,104 \text{ м}$ (10,4 см) — при углах наклона местности от 2° до 10° .

Возможность реализации на практике полученных значений

в зависимости от идентификации объектов съемки, применяемых приборов и квалификации исполнителей, может быть определена опытным путем на основе достаточного статистического материала. Кроме того, целесообразно уточнить требования основных пользователей данной топографической продукции — проектировщиков и землеустроителей.

Для последующих расчетов определим максимальное расстояние от прибора до пикетной точки при съемке в масштабе 1:200 с использованием электронного тахеометра.

Предположим, что съемка пикетов 1 и 2 выполняется электронным тахеометром с пунктов съемочного обоснования А и В (см. рисунок) с точностью $m_s = 5 \text{ мм}$, $m_\beta = 5''$ и $m_v = 7''$.

В соответствии с рисунком можно записать:

$$m_{в.п.}^2 = m_{в.п.А,В}^2 + m_{в.п.А,1}^2 + m_{в.п.В,2}^2, \quad (1)$$

где $m_{в.п.}$ — СКО взаимного положения точек твердых контуров (на рисунке точки 1 и 2); $m_{в.п.А,В}$ — СКО взаимного положения точек А и В; $m_{в.п.А,1}$ — СКО взаимного положения точек А и 1; $m_{в.п.В,2}$ — СКО взаимного положения точек В и 2.

Обозначив СКО определения координат пикетной точки $m_{пик}$ и приняв в общем случае $m_{в.п.А,1} = m_{в.п.В,2} = m_{пик}$ и $m_{в.п.А,В} = 1/2 m_{пик}$, получим:

$$m_{в.п.} = m_{пик} \sqrt{2,25}.$$

Ранее мы получили $m_{в.п.} = 50 \text{ мм}$, тогда $m_{пик} = 33 \text{ мм}$.

Известно, что для способа полярных координат:

$$m_{пик}^2 = m_s^2 + (m_\beta^2 / \rho^2) S^2. \quad (2)$$

Подставляя в (2) значения $m_{пик} = 33 \text{ мм}$, $m_s = 5 \text{ мм}$, $m_\beta = 5''$, получим $S = 1345 \text{ м}$.

Рассчитаем максимальное расстояние от пунктов съемочного обоснования до пикетов при высотной съемке городской территории, считая, что высотная съемка ведется методом тригонометрического нивелирования с

помощью того же тахеометра.

Для вычисления превышения в электронных тахеометрах используется формула:

$$h = S \sin v.$$

Исходя из этой формулы, для $m_{пик}$ можно записать:

$$m_{пик}^2 = (\sin v)^2 m_s^2 + (\cos v)^2 m_v^2 / \rho^2. \quad (3)$$

Подставляя в (3) ранее полученное значение $m_{пик} = 10,4 \text{ см}$, для $v = 10^\circ$, $m_s = 5 \text{ мм}$, $m_v = 7''$, получим $S \approx 300 \text{ м}$.

Таким образом, выполняя одновременно горизонтальную и вертикальную съемку с помощью электронного тахеометра, максимальное расстояние от прибора до пикета для масштаба 1:200 не должно превышать 300 м.

В процессе топографической съемки весьма важным является вопрос о точности построения съемочного обоснования, т. е. классе работ по его созданию и приборах, необходимых для этой цели.

Можно следовать известной традиции, когда исходное построение определяется с точностью, по крайней мере, в два раза точнее, чем последующее. Иными словами, коэффициент соотношения точности построения съемочного обоснования к точности определения пространственного положения съемочных пикетов равен 2. При этом, вероятность ошибки исходных данных (ошибки съемочного обоснования) совместно с ошибками съемки может превзойти пределы, установленные для точности съемки. Вероятность такого риска составляет около 11%, что для топографической съемки масштаба 1:200 может оказаться недопустимым. Если взять коэффициент соотношения равным 5, то степень риска будет составлять 2%. Но в этом случае резко повышаются требования к точности построения съемочного обоснования, что приведет к дополнительным затратам сил и средств на проведение этих работ.

На первый взгляд определенные применительно к масштабу 1:200 нормативные требования к точности положения пунктов плановой съемочной сети и пикетов отвечают соотношению 1:2 (2,5 см и 5,0 см). Однако для съемочного обоснования речь идет об ошибке положения точки этой сети относительно пунктов старших по номенклатуре сетей, а для пикетов — об ошибке их взаимного положения. Кроме того, первое из названных требований невозможно напрямую увязать с классом построения съемочной сети и требованиями к точности непосредственных измерений.

Рассмотрим один из возможных путей расчета.

Из формулы (1), считая, что $m_{в.п.А,1}^2 = m_{в.п.В,2}^2 = m_{пик}^2$, можно получить:

$$m_{в.п.А,В} = \sqrt{2m_{пик}^2 \times ((m_{в.п.1,2}^2 / 2m_{пик}^2) - 1)}. \quad (4)$$

При максимальном расстоянии от точки съемочной сети до пикета 300 м, $m_{\alpha} = 5$ мм, $m_{\beta} = 5''$, по формуле (2) получим $m_{пик} \approx 9$ см. С учетом этого и рассчитанной ранее величины $m_{в.п.} = 50$ мм, получим $m_{в.п.А,В} = 48$ мм.

Ошибка взаимного положения точек съемочного обоснования **А** и **В** может быть выражена формулой:

$$m_{в.п.А,В}^2 = m^2 L^2 + m^2 \alpha_{А,В} L^2 / \rho^2. \quad (5)$$

Применяя принцип равных влияний, можно написать:

$$mL = m_{в.п.А,В} / \sqrt{2}.$$

Подставляя mL в (5), получим:

$$m_{\alpha_{А,В}} = m_{в.п.А,В} \rho / (L\sqrt{2}). \quad (6)$$

Принимая $L = 300$ м (реально наибольшее расстояние между смежными точками съемочной сети) и известное положение, что $m_{\alpha} = m_{\beta}$, получим $mL = 35$ мм, $m_{\alpha_{А,В}} = 24''$.

Таким образом, даже приближенные расчеты показывают, что съемочное обоснование для топографической съемки застроенной территории масштаба 1:200 может создаваться путем проложения теодолитных ходов. Причем, повышенное требование к точности измерения линий ($mL/L = 1/8500$) обеспечивается любым современным светодальномером или электронным тахеометром.

Что касается требований к положению точек съемочного

обоснования по высоте, то совершенно очевидно, что применение технического нивелирования для этой цели вполне обеспечивает требования к съемке в масштабе 1:200.

▼ Список литературы

1. СП 11-104-97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства».
2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. — М.: Недра, 1985.
3. СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
4. Справочник геодезиста. Т. 1. — М.: Недра, 1985.

RESUME

It is marked that topographic surveys on a scale of 1:200 are conducted fairly often. However there is neither standards nor techniques specifying the technological procedure required. Theoretical substantiation is given together with the calculation of the accuracy values meeting the requirements for the determination of the control points' coordinates when surveying on this scale.

Геодезическое оборудование

Электронные тахеометры NTS 320, NTS 350
 Измерение углов с точностью 2" и 5"
 Измерение расстояний до 2.6 км по 1 призме с точностью 2 и 3 мм + 2 мм/км
 Внутренняя память до 8000 точек
 Двусторонний LCD дисплей
 Автоматический компенсатор вертикального круга
 Повышенная влаго- и пылезащищенность
 Расширенный набор прикладных программ
 Гарантия - 2 года. Низкие цены!

Электронные теодолиты ET-02, ET-05
 Точность измерения углов 2" и 5"
 Удобный двусторонний LCD дисплей
 Автоматический компенсатор вертикального круга

Оптические нивелиры с компенсатором NL20, NL24, NL28, NL32
 Ударопрочный корпус
 Полная влагозащищенность и всепогодность
 Эксклюзивный компенсатор с магнитным демпфированием
 Фрикционный тормоз и бесконечный ход горизонтального лимба
 Система защиты от "залипания" компенсатора
 Точность: 2.5, 2.0, 1.5 и 1.0 мм. на км. дв. хода

Группа компаний "Промнефтегрупп"
 ЗАО "ПНГео" тел. 785-0119, 0120
 E-mail: png@sovintel.ru Web: www.pngeo.ru














Прямые поставки с завода