

ОБ ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Б. МАРКУШ

Институт Геодезии, Кафедра Общей Геодезии Будапештского Технического Университета

(Поступило: 1 октября 1974 г.)

Представлено: д-р П. Биро

Цель этой статьи выяснить, как изменяется точность центральных сетей в зависимости от количества периметрических пунктов. Настоящее краткое изложение в полной мере не может разобрать этот вопрос, однако хотелось бы изложить в этом отношении лишь несколько результатов наших исследований.

Оценивалась точность самостоятельных центральных угловых сетей, положение и размеры которых определяются двумя пунктами, имеющими неизменные координаты в процессе уравнивания (см. рис. 1).

Периметрические пункты находились на расстоянии в 1 км от центра и на одинаковом расстоянии друг от друга. Предположим, что по каждой стороне сети между пунктами измерены прямые и обратные направления. Примем среднюю квадратическую ошибку измерения сети равной $\pm 10''$, независимо от длин сторон. (Такая необычайно большая ошибка выбрана для того, чтобы изменения резко бросались в глаза). Величины оценки точности, характерные для отдельных вариантов (средняя квадратическая ошибка координат и дирекционных углов, относительная ошибка длин, эллипс оши-

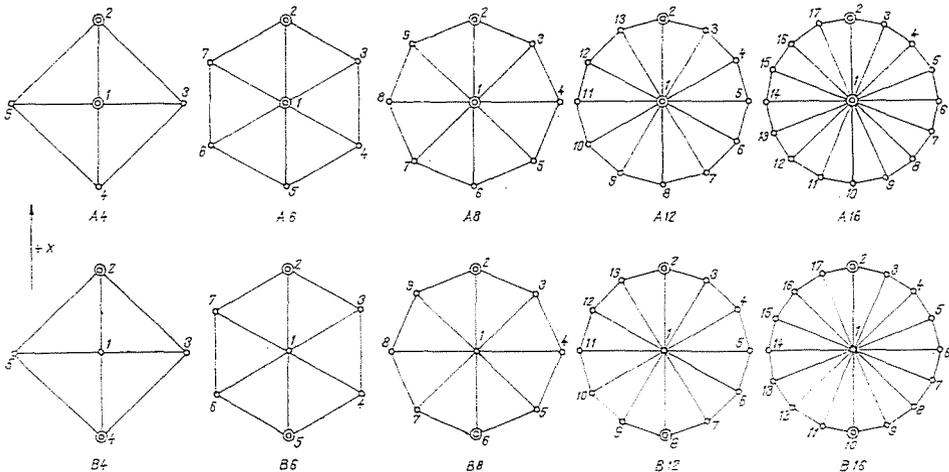


Рис. 1. Осмотренные варианты. Положения данных пунктов обозначены двойными кругами

бок, и т. п.), вычислены на ЭВМ по методу, изложенному в [2]. (Сообщение всех этих величин мы считаем ненужным, с одной стороны, с другой стороны это и невозможно из-за недостатка места. Из-за этого сообщаем лишь основные из них).

На рисунке 2 изображены средние квадратические ошибки положения пунктов для отдельных вариантов в зависимости от n — числа периметрических пунктов. Средние квадратические ошибки m_p пунктов вычислены согласно [1] по формуле:

$$m_p = \sqrt{\frac{m_x^2 + m_y^2}{2}}$$

Средняя квадратическая ошибка m_p положения пункта не что иное, как арифметическая средняя величин m_p . На рисунке 2 изображен и интервал, в котором находится величина средней квадратической ошибки пункта при отдельных вариантах. Так как в вариантах «В» точность пункта, находящегося в центре, во многом отличается от точности периметрических пунктов, тут отдельно изобразили ошибку центра, которую при вычислении средних величин не принимали во внимание.

Рис. 2 показывает, что вследствие повышения числа периметрических пунктов средняя точность повышается. Расхождение точностей между соответствующими вариантами «А» и «В» уменьшается вследствие повышения числа пунктов. (В случае 4-х пунктов расхождение составляет 25%, а в случае 16-и пунктов расхождение всего 5%). Одинаково для вариантов «А» и «В» точность сильно повышается до 8 периметрических пунктов, а в дальнейшем повышение точности слабеет.

На рис. 3 изображены большая и малая полуось эллипса ошибок для нескольких характерных пунктов. На этом же рисунке изображены изменения эллипса ошибок при разных числах периметрических пунктов, имеющих

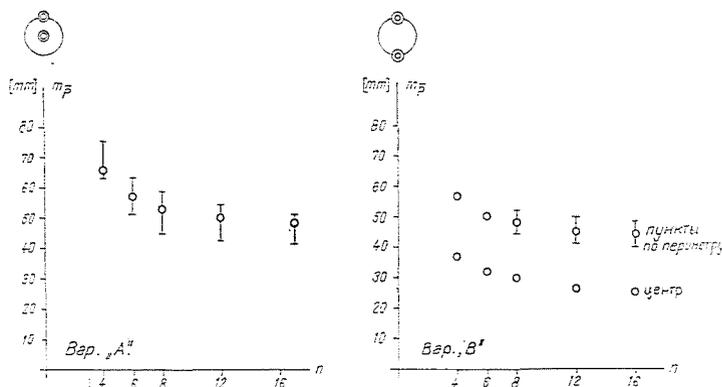


Рис. 2. Изменения ошибок положений пунктов

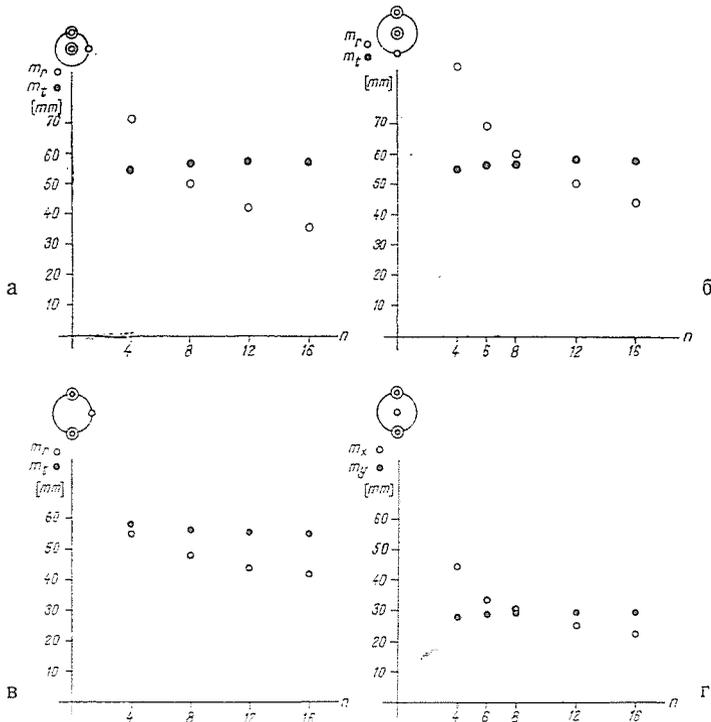


Рис. 3.

от средней точки дирекционные углы 90° и 180° (рис. 3а и 3б при вариантах «А»), а при вариантах «В» угол 90° , и наконец изменения эллипса ошибок самого центра (на рис. 3в и 3г). Так как дирекционный угол большой полуоси для этих пунктов равен 0° и 90° , вышеупомянутые величины соответствуют средним ошибкам координат. На рис. 3:

- m_r — радиальная средняя ошибка координат
- m_t — тангенциальная средняя ошибка координат
- m_x — средняя ошибка координат по оси X
- m_y — средняя ошибка координат по оси Y.

В вариантах «А» на двух исследованных пунктах величины m_t мало-заметно повышаются, и эти величины будут одинаковы при данном числе n периметрических пунктов. Однако, радиальный компонент m_r изменяется пропорционально $1/\sqrt{n}$ поэтому он будет наполовину меньше в случае 16-и периметрических пунктов, чем при 4 периметрических пунктах.

Сопоставление рис. 3а и 3в дает основание установить, что величины m_t в вариантах «А» и «В» для периметрических пунктов, имеющих от цент-

ральной точки дирекционные углы в 90° , примерно равны и почти не изменяются в зависимости от числа n . Расхождение величин m_r оказывается намного большим в случае небольшого числа периметрических пунктов, но это расхождение уменьшается, если число n повышается.

При сопоставлении рис. 3б и 3г видно, что величины m_r и m_t вдвое больше, чем соответствующие величины m_x и m_y .

Направление большой оси в случае «А4» радиальное, а в случаях «А12» и «А16» поперечное. Случай «А6» и «А8» не что иное, как переход от «А4» к «А12» и «А16», когда направление большой оси изменяется в зависимости от положения периметрического пункта. В случае «А6» большая ось эллипса ошибок двух пунктов, соседних с данным периметрическим пунктом, перпендикулярна радиусу. В случае «А8» существует только одна радиальная большая ось в пункте, имеющем от средней точки дирекционный угол в 180° .

Длина поперечной оси эллипсов ошибок вдоль периметра приблизительно постоянна и при вариантах «А» почти одинакова. Длина радиальной оси вдоль периметра изменяется сильно около данного пункта, а удаляясь от него слабо увеличивается. При вариантах «В» большие оси эллипсов ошибок периметрических пунктов почти перпендикулярны радиусу, длины осей вдоль периметра приблизительно постоянны и почти одинаковы в разных вариантах. Изменение малых осей вдоль периметра происходит подобно тому, как изложено для вариантов «А».

На рис. 4 изображены средние квадратические ошибки m_R дирекционных углов от данного периметрического пункта к периметрическому пункту,

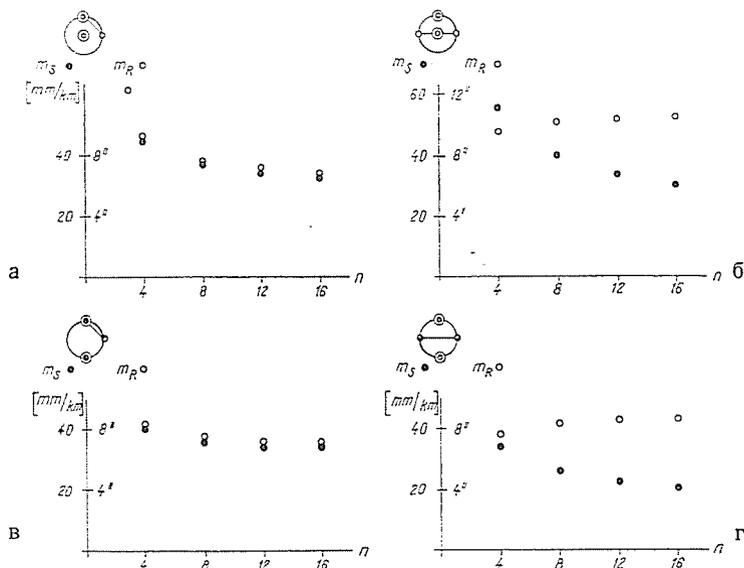


Рис. 4.

лежащему в направлении 135° при вариантах «А», далее от средней точки к двум пунктам, имеющим дирекционные углы 90° и 270° (см. рис. 4б). На том же рисунке изображена относительная ошибка m_S расстояния между последними пунктами. Те же ошибки указаны на рис. 4в и 4г для вариантов «В».

На 5 и 6 рисунках показываются изменения средней ошибки дирекционного угла для периметрических и радиальных направлений, а также

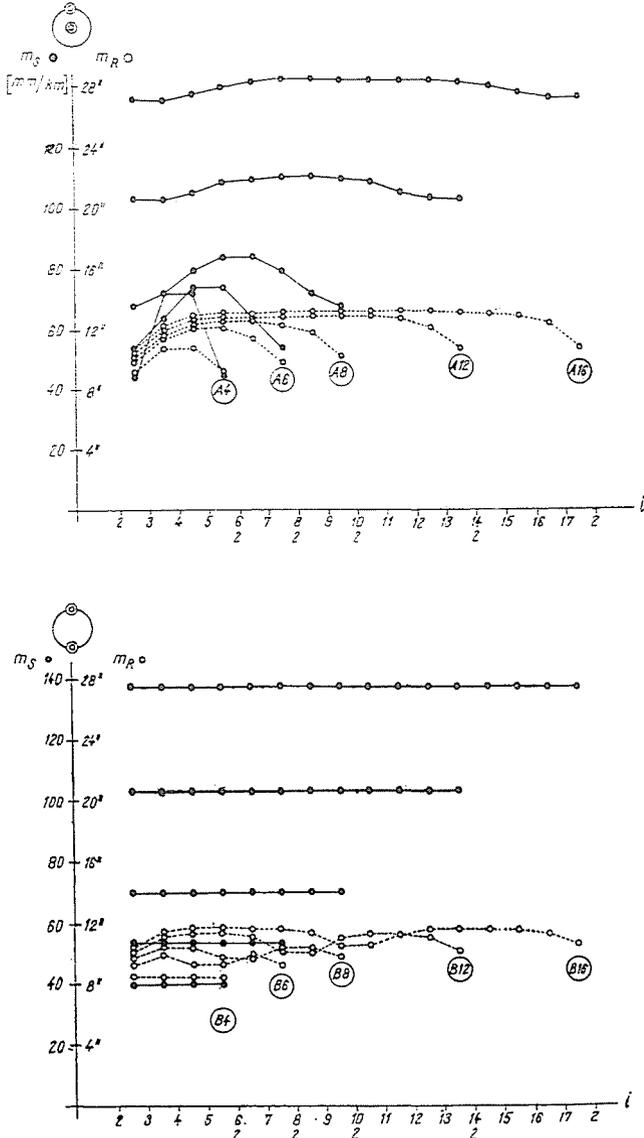


Рис. 5. Средние ошибки m_R дирекционных углов и относительные средние ошибки m_S длин периметрических сторон.

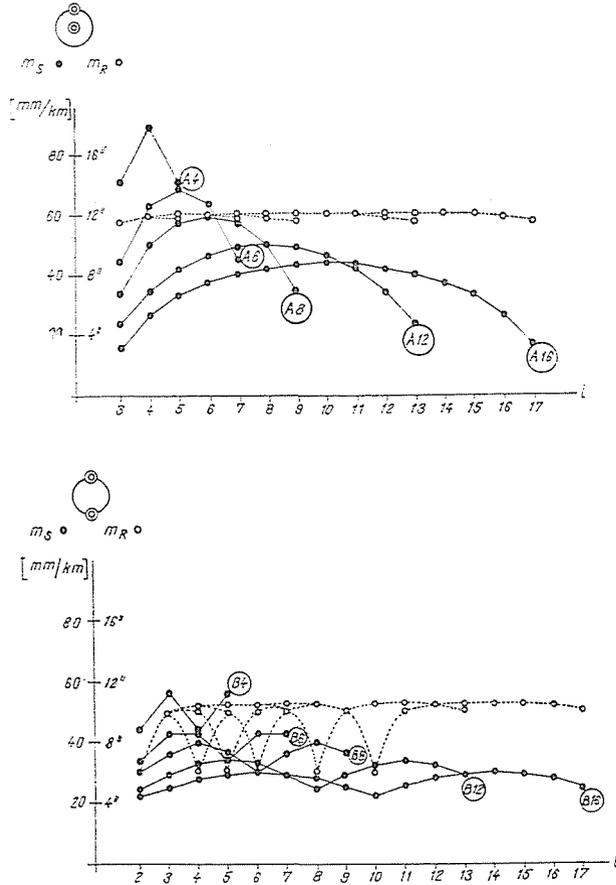


Рис. 6. Средние ошибки m_R дирекционных углов и относительные средние ошибки m_s длин радиальных сторон

изменения средней относительной ошибки длин сторон. Соответствующие пункты для наглядности связаны прямыми линиями. Вдоль горизонтальной оси написаны номера периметрических пунктов.

В конце концов из вышеизложенного вытекает, что при вариантах «А» и «В» в случае небольшого числа периметрических пунктов существует значительное расхождение по точности. Это расхождение уменьшается, если число периметрических пунктов повышается. (При 16 периметрических пунктах оно уже малозаметно). Это значит, что в последнем случае не требуется уделять особое внимание расположению этих пунктов. Легко обнаружить, что до 6 или 8 периметрических пунктов точность всей сети в значительной мере повышается, за исключениями средней ошибки дирекционного угла периметрических сторон, а также средней относительной ошибки длин

сторон. Если число периметрических пунктов больше чем 8, повышение точности будет незначительным, да еще средние относительные ошибки длин периметрических сторон сильно увеличиваются. (Повышение средних ошибок длин не пропорционально уменьшению длин сторон).

Средние ошибки координат и дирекционных углов, размеры эллипсов ошибок, относительные ошибки длин изменяются линейно средней квадратической ошибке результатов угловых измерений сети. Средние ошибки координат и размеры эллипсов ошибок изменяются прямо пропорционально размерам сети, а средние ошибки дирекционных углов и относительные средние ошибки длин сторон остаются неизменными. В этой статье рассмотрены сети правильной геометрической конфигурации. Если искажение сети (которое не что иное, как дробь, где роль числителя играет линейное расхождение между пунктами искаженной и правильной сети, а роль знаменателя — средняя длина сторон). Менее 10%, изменение величин оценки точности не выше 5% (см. [3]). Из сказанного вытекает, что результаты наших исследований, по нашему мнению, с успехом применимы для оценки и проектирования точностей в центральных сетях.

Резюме

Статья занимается рассмотрением самостоятельных угловых центральных сетей. Ищется связь между повышением числа периметрических пунктов и точностью сети. В итоге статья указывает на то, что до числа 6—8 периметрических пунктов точность повышается сильно, а в дальнейшем повышение точности незначительно.

Литература

1. Хазан, И.: Уравнительные вычисления. Танкёньвкнадо, Будапешт, 1966 (на венгерском языке).
2. Маркуш, Б.: Применение вычислительной техники в проектировании геодезических сетей. Геодезия и картография, 1973/1 (на венгерском языке).
3. Маркуш, Б.: Расчет самостоятельных геодезических сетей. Рукопись, Будапешт, 1973 (на венгерском языке).

Асс. Бела Маркуш, Н-1521 Будапешт