

Ф. Д. ЗАБЛОЦКИЙ, В. В. КИРИЧУК

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ ЛЕТОМ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

При развитии геодезического обоснования в арктических районах одна из существенных проблем — создание высотных сетей. Применение геометрического нивелирования весьма затруднительно из-за сложных физико-географических условий — наличия отдельных островов, сильно пересеченного рельефа с различной подстилающей поверхностью (водой, льдом, снегом, камнем, мхом, болотами), короткого полярного лета и т. д. Метод тригонометрического нивелирования редко дает удовлетворительные результаты вследствие неизученности значения и характера изменения вертикальной рефракции в данных районах.

Для частичного решения этого вопроса нами выполнены экспериментальные наблюдения в период с 5 по 19 августа 1978 г. на одном из островов юго-западного сектора Советской Арктики.

Район работ представлял всхолмленный участок (мелкосопочный рельеф), испещренный мелкими озерами. Подстилающая поверхность, освобожденная от снега и льда, устлана щебнем, мхом и низкотравянистой растительностью. Температура воздуха колебалась от  $-3^{\circ}$  (ночью) до  $+11^{\circ}\text{C}$  (днем), средняя температура за время наблюдений составляла  $+6^{\circ}\text{C}$ . Давление воздуха изменялось от 750 до 763 мм рт. ст. Преобладающее направление ветра северное, северо-восточное. К середине дня ветер, как правило, усиливался, порывы достигали 20 м/с и более.

Местоположение установки теодолита для наблюдений было выбрано с таким расчетом, чтобы визирение производилось на четыре пункта геодезической сети и лучи проходили над разной подстилающей поверхностью и на разной высоте (рис. 1). Координаты местоположения пункта определены обратной за-

сечкой, а затем вычислены горизонтальные проложения линий с пункта *B* до пунктов сети. Высота пункта *B* найдена геометрическим нивелированием IV кл. от фундаментального репера.

Измерение зенитных расстояний производили теодолитом Theo-010 со штатива сериями по три приема в четные часы. Наведение выполняли касанием средней горизонтальной нити к верхнему срезу визирного цилиндра. Поправку за толщину

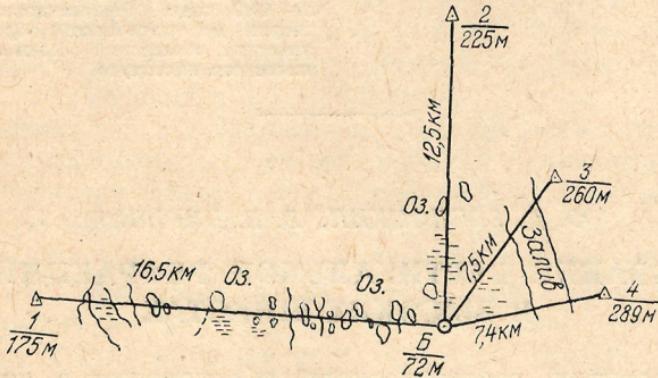


Рис. 1. Схема направлений.

нити не вводили. До и после каждой серии наблюдений на пункте отсчитывали по психрометрам на двух высотах — 0,5 и 2,5 м — температуры сухого  $t_c$  и влажного  $t_v$  воздуха и у поверхности Земли — по барометру давление  $P$ .

Измерениями охвачено восемь дней, работы выполняли преимущественно с 6 до 22 ч, а в течение двух дней — круглосуточно. При этом наблюдения вочные часы проводили при естественном освещении, так как солнце не опускалось низко над горизонтом (заход солнца наблюдался в 22 ч, восход — в 2 ч).

По результатам наблюдений построены графики суточного хода зенитных расстояний  $Z$  для трех направлений (рис. 2) и суточного хода коэффициента рефракции  $K$  для второго направления (рис. 3).

Измерение зенитных расстояний выполнено со средней квадратической погрешностью одного приема  $m_z \approx 2-2,5''$ , что хорошо согласуется с исследованиями \*. Наибольшее значение  $m_z = \pm 2,8''$  относится к первому направлению, наименьшее  $m_z = \pm 1,8''$  — к третьему и четвертому. По второму направлению среднее значение  $m_z$  составляет около  $\pm 2''$ .

Максимальное изменение  $m_z$  по первому направлению объясняется тем, что визирный луч проходит ближе, по сравнению с другими направлениями, к подстилающей поверхности, изрезанной мелкими озерами. По третьему направлению (примерно аналогично выглядит профиль и четвертого направления) луч

\* Eahnert G. Die Genauigkeit der Zenitwinkelmessung mit dem Theo-010. — Vermessungstechnik, 1977, N 10, s. 345—349.

проводит на значительной высоте, достигающей в середине 200 м, так что влияние подстилающей поверхности на его кривизну здесь минимально и изображение визирной цели наиболее спокойное. Изображение же визирного цилиндра первого направления иногда настолько колебалось, что измерения ста-

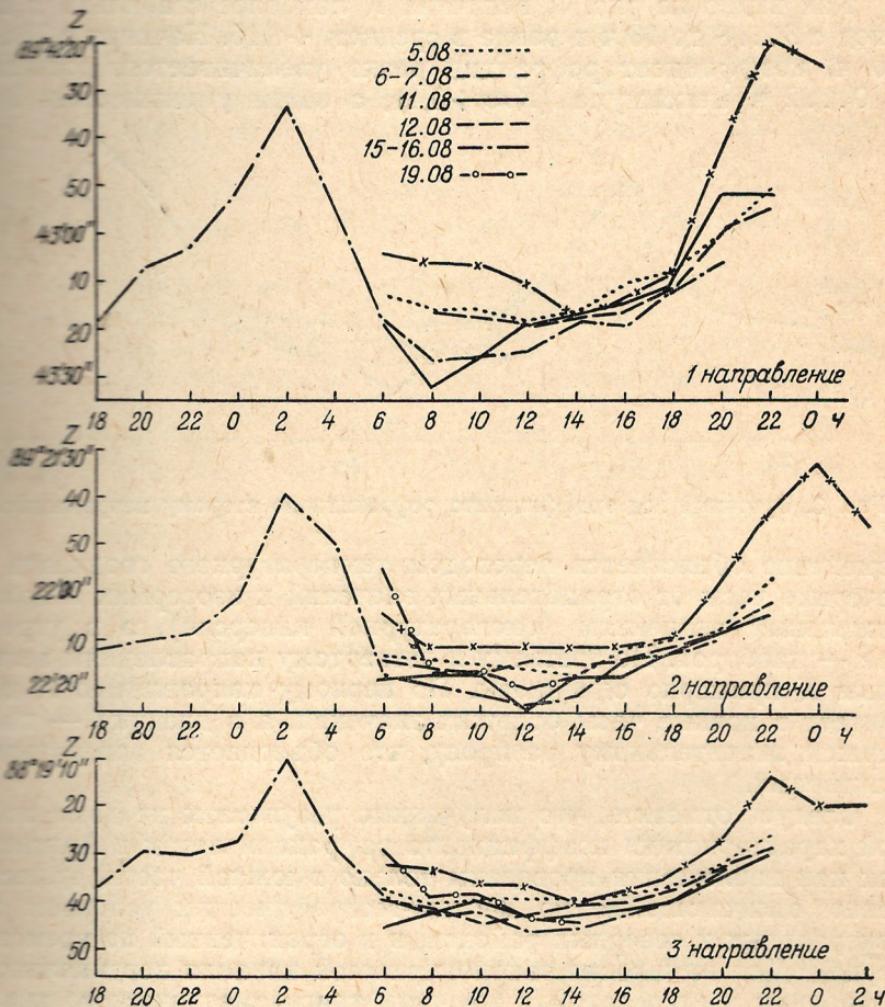


Рис. 2. Суточный ход зенитных расстояний.

новились невозможными. Это наблюдалось в утренние и близ-полуденные часы, когда температурный градиент по высоте возрастал и увеличивалась турбулентность нижнего слоя атмосферы.

Во время измерений погода была преимущественно пасмурной. В утренние и вечерние часы часто наблюдался густой туман.

Для второго направления по известным высотам п.Б и п.2 и расстоянию между ними были вычислены теоретическое зенит-

ное расстояние и коэффициент рефракции (рис. 3). Суточный ход коэффициента рефракции полностью соответствует ходу изменения зенитных расстояний по этому направлению, следовательно, по другим графикам (рис. 2) можно представить суточный ход рефракции соответствующих направлений.

Как видно из рис. 3, величина  $K$  наиболее стабильна в период с 6...8 до 18 ч и равна в среднем +0,15. Начиная с 18...20 ч, коэффициент рефракции резко увеличивается, достигая в 0...2 ч максимума ( $K \approx +0,4$ ), а затем уменьшается. Это

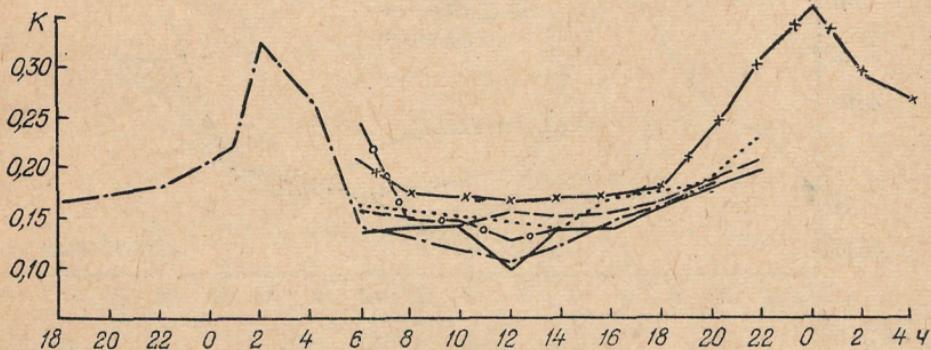


Рис. 3. Суточный ход коэффициента рефракции по второму направлению.

изменение объясняется переходом температурного градиента в вечерние часы от отрицательных значений к изотермии и положительным значениям (температурной инверсии), а в утренние — наоборот. По третьему и четвертому направлениям величины  $K$  примерно одинаковы. По первому направлению  $K$  достигает в ночные часы больших значений, а в дневные — подвержен значительному разбросу, что объясняется описанными факторами.

Следует отметить, что полученные результаты не дают полной характеристики коэффициента рефракции летом в Арктике, так как наблюдения проведены только в южной части, существенно отличающейся по физико-географическим условиям от центральных и северных районов, и в ограниченный по времени период. Для выявления закономерностей влияния вертикальной рефракции и исследования точности тригонометрического нивелирования в Арктике целесообразно в дальнейшем организовать экспериментальные работы в более широком масштабе в других районах Советской Арктики.

Работа поступила в редакцию 20 апреля 1979 года. Рекомендована кафедрой геодезии Львовского политехнического института.