

Р. М. ТАРТАЧИНСКИЙ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ РЕФРАКЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ГОРОДА НА РЕЗУЛЬТАТЫ УГЛОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ГОРОДСКИХ СЕТЯХ ТРИАНГУЛЯЦИИ

Изменения в развитии площади городов и характере застройки, увеличение этажности зданий вызывают необходимость более внимательного подхода к построению городских триангуляционных сетей, особенно к повышению их точности. Последнее в значительной степени обуславливается точностью угловых измерений. Современное состояние инструментального парка, применение соответствующей методики угловых измерений позволяют обеспечить

достаточно высокую точность этих работ, но влияние внешней среды, особенно рефракции, в городских условиях может заметно исказить полученные результаты. Известно, что температурные особенности города приводят к образованию над ним местных (локальных) полей рефракции и общего рефракционного поля. В [1—9] показано, что под действием этого поля угловые измерения могут содержать значительные рефракционные погрешности. Местные (локальные) рефракционные поля, очевидно, также влияют на измеряемые направления. Измеряемое направление может пересекать несколько таких полей, которые действуют на него с противоположными знаками. Степень влияния полей в значительной мере зависит от высоты визирного луча над поверхностью города и градиента этого поля.

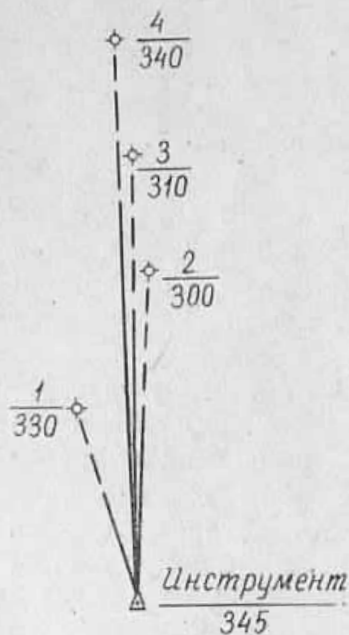


Рис. 1. Схема измеряемых направлений:  
 $i - 1 = 240$  м;  $i - 2 = 1100$  м;  
 $i - 3 = 1480$  м;  $i - 4 = 1880$  м.

С целью проверки и уточнения данного предположения нами обработаны результаты угловых измерений в сети городской

триангуляции над г. Самаркандом [6.] Выявлено, что на результаты угловых измерений в городской триангуляции влияют как общее городское поле рефракции, так и отдельные локальные рефракционные поля, степень воздействия которых зависит от высоты прохождения над ними визирных лучей.

Для исследования влияния локальных температурных полей на измеряемые направления мы выполнили специальные экспериментальные наблюдения в г. Львове. С этой целью с одного пункта, находящегося на крыше капитального здания (главный корпус политехнического института) на протяжении четырех дней (три солнечных и один облачный), с помощью окулярного микрометра теодолита ТТ 2/6 производили измерения четырех направлений (рис. 1). Угол, образованный крайними направлениями, при этом составлял  $14'$ . Измерения осуществлялись через каждые 0,5 ч на протяжении почти всего светлого периода суток.

Отсчитывания окулярного микрометра по каждому направлению производились в следующей последовательности:

трехкратное наведение бисектора на первое направление и трехкратное отсчитывание по барабану микрометра;

трехкратное наведение бисектора окулярного микрометра и отсчитывание по барабану последовательно на второе, третье и четвертое направления;

повторное наведение и отсчитывание в обратном порядке, т. е. четвертое, третье, второе и первое направления.

Указанные действия составляют одну серию. Всего выполнено 80 таких серий измерений.

При обработке результатов из шести отсчетов по каждому направлению находили среднее значение. В результате получены значения измеренных направлений на каждый день и момент измерений.

По этим данным за три дня солнечной погоды на каждый момент измерения вычислены средние значения направлений.

В таблице приведены средние значения направлений за три дня солнечной погоды и один пасмурный день. Анализ данных таблицы показывает, что все направления как в солнечную, так и пасмурную погоду имеют явно выраженный дневной ход. Амплитуда этого хода в пасмурную погоду, даже в сравнении со средними значениями за солнечные дни, значительно меньше. Последнее дает возможность утверждать, что полученные в результате наблюдений данные обременены систематическими погрешностями влияния локальных полей рефракции или общегородского поля рефракции.

Для исследования влияния локальных полей рефракции вычислены значения углов (1.2), (2.3) и (3.4). Так как второе направление проходит в таких же условиях, как и первое направление, но длиннее последнего, то изменение угла (1.2) характеризует действие локального рефракционного поля на участке 1—2. Аналогично изменения углов (2.3) и (3.4) обуславливают влияния рефракции на участках 2—3 и 3—4. Результаты этих вычислений представлены на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что участки 1—2, 2—3 и 3—4 находятся в сфере действия рефракционного поля. При этом хорошо видно, что на каждом участке значения и направления влияния полей различны. К полудню, когда температура над городом выравнивается, наблюдается и смена знака градиента поля. Вечером, в период наступления равновесного состояния атмосферы, искажения направлений приобретают случайный характер, а затем снова усили-

### Дневной ход направлений

Время	I направление		II направление		III направление		IV направление	
	солн.	пасм.	солн.	пасм.	солн.	пасм.	солн.	пасм.
9	—	618,5"	—	1450,6"	—	1211,0"	—	703,8"
	618,6"	21,9	1449,0"	53,7	1211,9"	15,5	—	04,8
10	19,1	22,9	50,3	55,6	11,6	15,8	—	04,4
	22,2	24,6	53,7	56,9	14,4	17,0	—	06,8
11	25,9	26,6	56,6	58,7	18,6	19,6	706,9"	(9,2
	29,9	26,5	60,4	59,8	22,1	20,4	11,2	12,9
12	33,5	27,0	63,6	59,0	25,0	21,2	14,1	12,5
	34,4	28,3	64,0	59,5	26,4	21,6	15,5	13,4
13	35,9	27,6	66,5	60,6	28,4	22,4	17,1	15,8
	36,8	27,0	67,3	59,0	29,7	23,9	18,9	14,4
14	38,7	25,9	69,7	56,4	32,4	21,8	21,2	12,0
	39,9	23,7	70,7	54,5	33,8	18,8	22,1	09,4
15	42,3	22,0	73,4	53,3	37,0	17,8	24,5	07,6
	44,9	21,5	76,7	53,6	40,1	17,2	27,9	08,0
16	48,9	22,3	81,2	55,2	44,7	16,9	31,4	08,1
	52,7	21,6	83,9	53,6	46,1	18,6	35,5	08,4
17	58,6	20,8	89,5	51,6	51,3	17,6	41,9	09,4
	56,3	20,6	86,8	52,8	49,3	17,1	39,3	06,2
18	56,2	18,8	87,7	51,6	49,7	16,3	39,9	07,0
	—	22,2	—	55,4	—	21,0	—	10,3
19	—	19,8	—	52,0	—	16,6	—	06,9
Сред- нее	638,6	623,3	1469,5	1455,4	1231,8	1218,5	724,5	709,1
+v	+9,11	+26,7	+94,1	+26,9	+98,1	+24,7	+68,9	+28,1
-v	-91,1	-27,4	-94,1	-26,9	-98,2	-24,3	-69,0	-28,3

вается систематическое влияние поля рефракции. Несмотря на то что на отдельных участках локальные поля влияют на измеряемые направления с разными знаками, полной компенсации их влияния не происходит, что видно по характеру измерения угла (1.4), где вместо случайных изменений угла наблюдается четко выраженный дневной ход.

Для исследования влияния общегородского поля рефракции на измеряемые направления нами, на основании температурных измерений, описанных в [5], по каждому направлению определены местные горизонтальные градиенты температуры, а затем и их суммарное значение. Суммарное значение горизонтального градиента температуры находим по формуле

$$\frac{dT}{dx} = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{dT}{dx} \right)_i \cdot \left( \frac{S_i}{S} \right) \right].$$

Поправки за боковую рефракцию вычисляем по известной формуле:

$$\delta = -\frac{10,9 \cdot B}{T^2} \cdot S \cdot \frac{dT}{dx}.$$

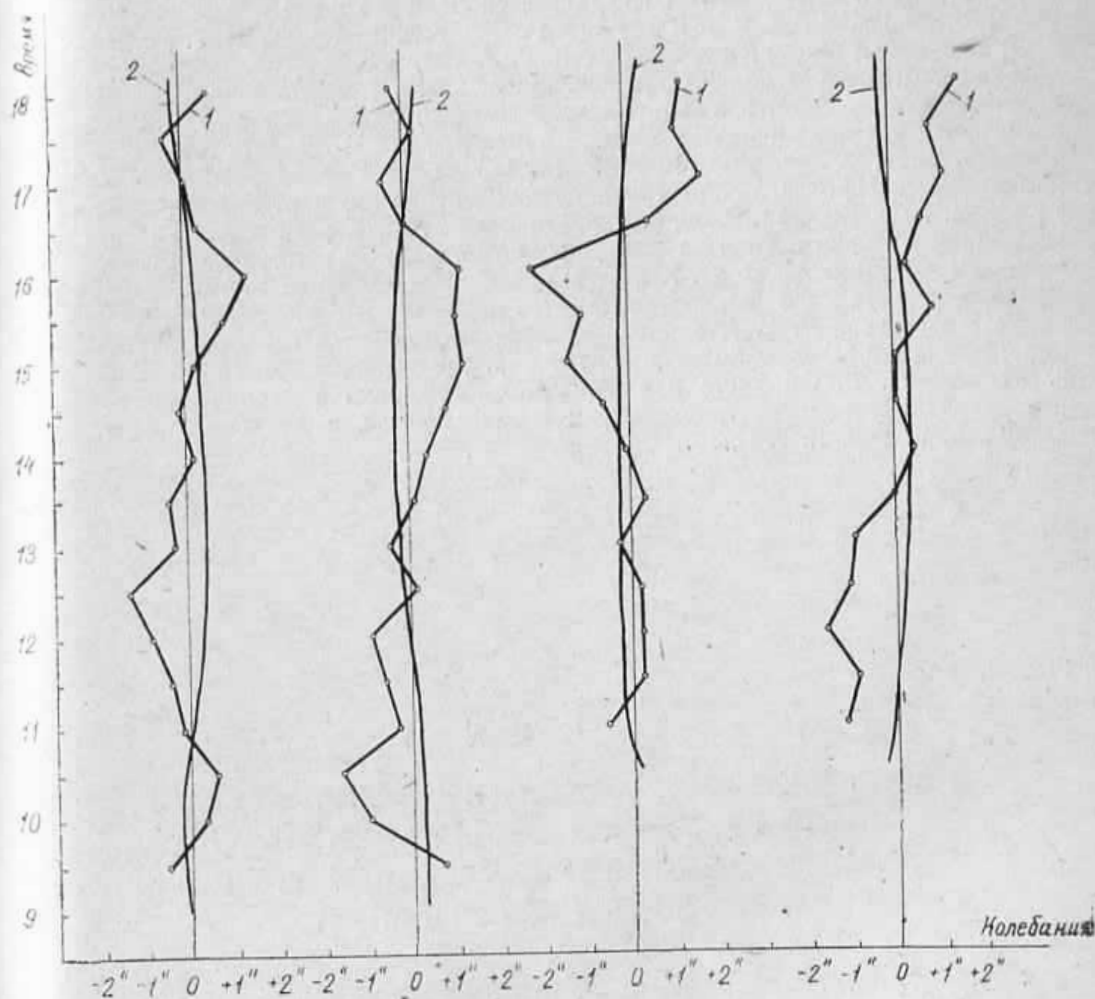


Рис. 2. Дневной ход направлений:

1 — солнечная погода; 2 — величины поправок за рефракцию.

Результаты этих вычислений представлены на рис. 2. Из рис. 2 видно, что знаки поправок в подавляющем случае противоположны знакам искажений углов рефракцией, т. е. характер искажений углов обусловлен и влиянием общего городского температурного поля.

В пасмурную погоду характер искажений углов практически не отличается от изменений в солнечную погоду.

Введение поправок за рефракцию улучшает результаты измерений. То, что значения поправок не полностью компенсируют искажения углов, можно объяснить неодновременностью угловых и температурных измерений и наличием сильных локальных полей.

Таким образом, выполненные исследования показывают, что на результаты угловых измерений влияют как локальные температурные поля, так и общее температурное поле города. При этом суммарное влияние этих полей на измеряемые направления может заметно ухудшать конечные результаты.

1. *Зюзин А. С.* Характер температурного поля в городе и явление аномальной боковой рефракции // Изв. АН СССР. Сер. геофизическая. 1959. № 2. С. 326.
2. *Кратцер П. А.* Климат города. М., 1958.
3. *Островский А. Л.* Исследования по боковой рефракции в полигонометрии. Львов, 1958.
4. *Тартачинский Р. М.* Температурное поле города и его влияние на результаты угловых измерений в городской триангуляции // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1974. Вып. 19. С. 93.
5. *Тартачинский Р. М.* Исследования боковой рефракции в экспериментальной городской сети триангуляции // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1975. Вып. 22. С. 69.
6. *Тартачинский Р. М.* Характер влияния боковой рефракции в городской сети триангуляции // Геодезия, картография и аэрофотосъемка, 1981. Вып. 34. С. 81.
7. *Тревого И. С.* Исследование горизонтальной рефракции и городской полигонометрии // Геодезия и картография. 1984. № 1. С. 20.
8. *Хижиков Л. С.* К вопросу влияния рефракции в городской триангуляции // Науч. зап. Львов. политех. ин-та. Сер. геодезическая. 1961. № 6. С. 200.
9. *Яковлев Н. В.* Об учете климатических особенностей города при угловых измерениях в городской триангуляции I класса // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1960. № 6. С. 15.