

УДК 528.01/06

ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ БОКОВОЙ РЕФРАКЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ВОКРУГ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ И АВТОМАГИСТРАЛИ**Файзиев Шохрух Шамси угли** – д.ф.т.н. (PhD), доцент. Каршинский инженерно-экономический институт. Г. Карши, Узбекистан

Аннотация. Усовершенствована методика определения изменчивости воздушной атмосферы на высоте прибора в сухом и жарком климате г. Карши на основе материалов натурных опытов, с помощью этих геодезически измеренных и обработанных метеорологических элементов внесены поправки на внешнюю среду, влияющие на геодезические измерения полигонометрией с учетом горизонтальной рефракции в атмосфере у земли, разработана оптимальная методика расчета.

Ключевые слова: автомобильная и двухпутная железная дорога, электронный тахеометр, теодолит и визирные отметки, полигонометрия, метеостанции, облачность, коллимационная погрешность.

The method of determining the variability of the air atmosphere at the height of the instrument in the dry and hot climate of the city of Karshi was improved on the basis of field experimental materials; with the help of these geodetic measured and processed meteorological elements, the corrections of the external environment affecting the geodetic measurements by polygonometry were made taking into account the horizontal refraction in the atmosphere near the ground. an optimal method for calculation has been developed.

Key words: automotive and double-track railway, electronic total station, theodolite and target marks, polygonometry, meteorological stations, cloudiness, collimation error.

Сегодня в связи с бурным развитием капитального строительства в республике реализуются научно-обоснованные генеральные планы городов, поселков городского типа и сельских поселений. Однако вышеупомянутые ученые и исследователи не изучили в деталях реализацию точности, необходимой для измерительных работ, выполняемых на сегодняшнем новом поколении геодезических инструментов, и её развитие, а также её территориальную организацию [2,4,5,6].

Научные исследования горизонтальной рефракции в городской полигонометрии изучались рядом ученых в странах СНГ и за рубежом такими, как В. Струве, Л. Фишер, Р. Форстер, Т. Куккамеки, Х. Какхилл, Л. Юнашев, А. Островский, О. Вшивкова, В. Носов, М. Захарова и другие.

Из местных ученых республики А. С. Суюнов и Т. М. Абдуллаев в своих научных исследованиях добились определенных положительных результатов при изучении влияния горизонтальной рефракции на результаты геодезических измерений и их учете [1,3].

Метеорологические и угловые экспериментальные исследования вблизи асфальтированного шоссе и двухколейной железной дороги проводились в июне 2017 г. в районе г. Карши (7 км юго-западнее Кашкадарьинской области) и в августе-сентябре 2019 г. в посёлке Худойзод данного района (3,0 км западнее Карши). Характер температурного поля исследовался в наиболее типичных условиях приложения шоссе и железных дорог. В нем метеорологические наблюдения проводились на пяти временных станциях полигонометрической дороги вблизи дороги. Угловые измерения ставились в таких же условиях местности на четырех станциях.

Расположение инструментов и визирных целей на станциях угловых измерений 1, 2, 3, показано на рисунке 1. Все полевые геодезические и метеорологические измерения были произведены на этих станциях, а затем обработаны, и результаты были представлены в виде графиков и таблиц, проанализированы и сделаны выводы, что исследуемые направления, проходящие вблизи шоссе и железных дорог, имели средние высоты над подстилающей порядка 1,0 м; 1,5 м; 2,0 м.

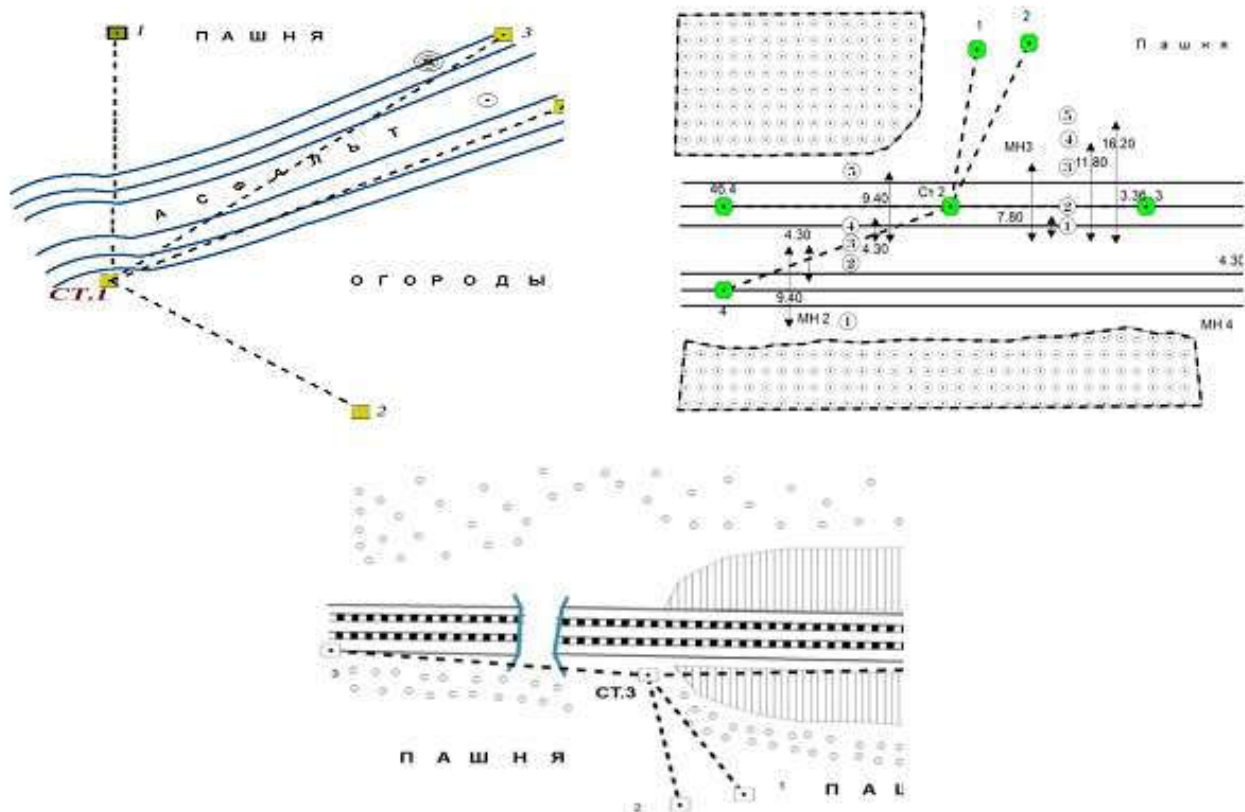


Рис. 1. 1,2,3 - приборы для измерения углов и прицеливания на метеостанции
схема полевого эксперимента с центрами.

Дадим краткое описание каждой из этих станций. Станция 1 расположена в непосредственной близости от шоссе, на расстоянии 7 м от оси дороги. На станции было выбрано четыре направления.

Как и при исследовании боковой рефракции в полигонометрии, прокладываемой вдоль рек, на станциях 1 и 3 теодолит и визир ранней марки устанавливались жестко на кирпичных столбах, изолированных от внешних температурных воздействий прослойкой из сухой торфяной пыли. Инструменты защищались от прямого воздействия солнечной радиации специальными павильонами.

Измерения углов на этих станциях производились электронным тахеометром Trimble M3 dr 5". На станции 2 угловые измерения велись теодолитом «Цейсс» Theo 010B (цена деления барабана оптического микрометра 1").

Теодолит и визирные марки 1,2,3,4, как и в производственных условиях, устанавливались на штативах и защищались от солнца топографическими зонтиками.

На всех трех станциях направление 1 является начальным, а направление 2 – контрольным, образованные ими углы 1-2 назовем углами – эталонами. Измерения углов велись ежечасно и в большинстве случаев с 7 до 21 часа. Измерения велись на одних и тех же делениях лимба, одними и теми же местами окулярного и оптического микрометров и микроскопа микрометров, при одном положении вертикального круга. Благодаря такой методике измерений ошибки диаметров лимба, ходовые и периодические ошибки винтов микрометров, ошибки в поправках за ранний микроскоп - микрометров (если величина последних мало изменяется со временем) - практически остаются постоянными и почти не являются причиной колебания измеренных углов в отдельных приемах.

Коллимационная ошибка и наклон горизонтальной оси вращения трубы сводились к минимуму благодаря выверке инструмента и тщательной его установке. Все требования к замерам были выполнены в полном объеме. Показано местоположение временных

метеорологических станций № 1, № 2, № 3, № 4 и № 5, результаты которых представлены в таблице 1.

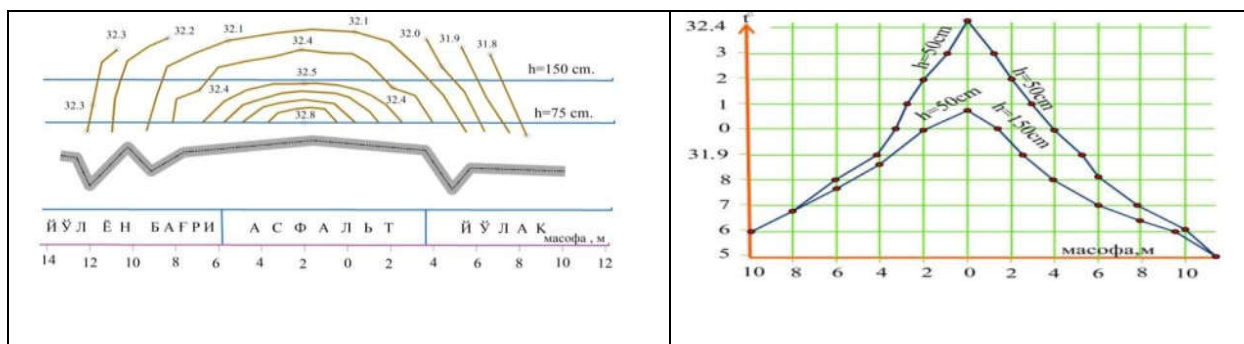
Таблица 1

Результаты наблюдения по определению значений m_r

Углы	m_c	m_o	m_r	Число приемов, п	Дата наблюдений
Станция 1. $h=2$ м.					
1-2	$\pm 1''10$			40	10,11,12,13-мая 2019 г.
1-3		$\pm 2''1$	$\pm 1''87$	40	10,11,12,13-мая 2019 г.
1-4		$\pm 2''10$	$\pm 1''68$	40	10,11,12,13-мая 2019 г.
Станция 2. $h=1,5$ м.					
1-2	$+0''95$			80	6,7, 8, 9,10,11,12,13,14-мая, 2019г.
1-3 _B		$\pm 3''74$	$\pm 3''23$	30	3,4,5-июня, 2019г.
1-4 _B		$\pm 2''.57$	$\pm 2''08$	30	3,4,5,6-июня,2019 г.
Станция 3. $h=1$ м.					
1-2	$\pm 0''89$			80	6,7, 8, 9,10,11,12,13,14-мая, 2019г.
1-3 _H		$\pm 3''.94$	$\pm 3''34$	30	3,4,5-июня, 2019г.
1-4 _H		$\pm 2''.78$	$\pm 2''61$	30	3,4,5,6-июня,2019 г.

а) Открытое небо, солнечно

вечером



б. Открытое небо, солнечно

утром

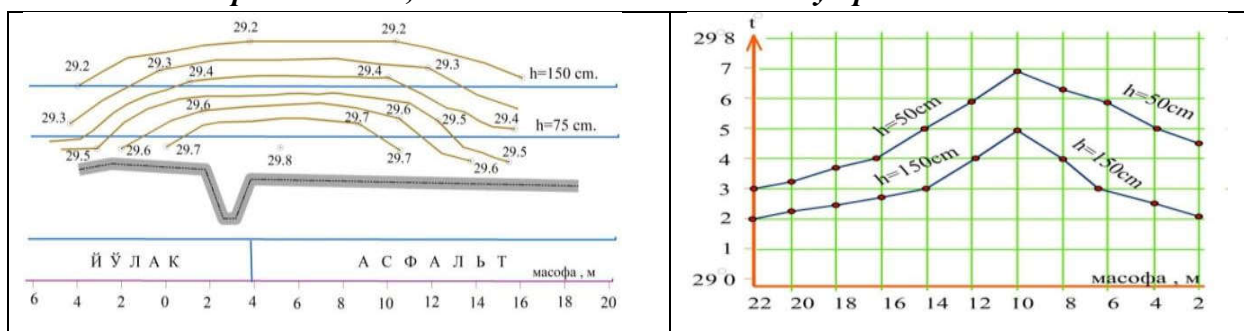


Рис.2. Средние значения температуры по изотермам.

Были обработаны результаты измерений температуры на каждой станции, и для выполнения этого процесса мы разделили их на две группы:

1. Наблюдения, выполненные в ясные дни и в дни с переменной облачностью при устойчивой погоде;
2. Наблюдения, выполненные в пасмурные дни с неустойчивой погодой.

В каждой группе наблюдений выделялось три подгруппы. Наконец, каждая подгруппа делилась на три серии наблюдений:

а) наблюдения в 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 часов (эту серию будем условно называть «утренней»),

б) наблюдения в 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 час («вечерняя» серия)

в) наблюдения в 22, 23, 24, 1, 2, 3, 4, 5 часов («ночная серия»)

Все измеренные значения температуры, выполненные в той или иной серии для каждой из пятнадцати точек наблюдений, суммировались, а затем полученный результат делился на число приемов в данной серии. В результате мы получали осредненное значение температуры для каждой точки в данной серии. Такие осредненные значения температуры в сериях наблюдений представлены в таблице 1.

По осредненным значениям температуры для каждой серии были построены изотермы в вертикальных плоскостях, расположенных поперек к направлению шоссе, положенных поперёк к направлению шоссе и ограниченных крайними точками наблюдений. Для примера здесь приведено три рисунка с изображением изотерм (рис.2). Всего по данным таблицы было построено 5 изотерм.

На рисунках показаны также температурные профили по горизонтальным линиям на высотах 50 см и 150 см над осью дороги. Изотермы и температурные профили позволяют изучить характер распределения температуры в различное время суток, при разнообразной погоде, различной силе и направлении ветра.

Анализируя все рисунки с изображением изотерм и соответствующих им профилей, придём к следующим характеристикам температурного поля: был разработан новый вариант для повышения точности результатов измерения угла и линии в городской полигонометрии путем расчета значений ожидаемой рефракции b'' . В этих измерениях значения ΔT еще больше. По этой причине был протестирован данный метод, названный метеорологией.

Результат в отдельных измерениях разности температуры еще больше. Например, на метеостанции №2 по измерениям 21 мая в 20 ч, 08 мин. при $\Delta X=4,30$ и $h=75$ см – $\Delta T=1,9^0, 9$; для $h=150$ – $\Delta T=1^0, 9$ что дает горизонтальные градиенты температуры $\Delta T/\Delta X$ соответственно $0^0,21'$ и $0^0,18'$ С на 1 м.

Таким образом, вблизи шоссе и железных дорог можно ожидать в отдельных направлениях ошибки рефракции порядка $2''$ - $3''$, а в некоторых случаях $7''$ - $13''$. Из таблицы 1 замечаем, что разности температуры между крайними точками наблюдений на высоте 150 см примерно в два раза меньше, чем на высоте 75 см.

Наблюдая за краевыми точками многоугольника на высоте 150 см, мы видим, что разница в температуре воздуха вдвое меньше 75 см. Все это влияет на боковое преломление геодезических измерений, выполняемых на дорогах, что необходимо учитывать. Имея в виду последнее, используем для определения m_r результаты наблюдений на станции 1, а также измерения углов $l_{3н}, l_{3в}, l_{4н}, l_{4в}$ на станции 2. В этих рядах измерений исследуемые направления имеют высоты над подстилающей поверхностью $1,0$ м; $1,5$ м; $2,0$ м

Как видим из таблицы, величины m возрастают с понижением луча от $1''5$ до $3-4''$. Добавим к этому, что на станции 1 m_r вычислялась только по результатам наблюдений в ясные и переменные дни. В пасмурный день 15.05.2019 г. ошибки углов 1-2, 1-3, 1-4 на этой станции оказались соответственно $\pm 0'',49$; $\pm 0'',39$; $\pm 0'',81$; т. е. рефракционное влияние шоссе практически неощутимо. На станции 2 при высоте лучей 1,5 м и 2,0 м взятые для обработки наблюдения производились в дни с преобладанием пасмурной погоды и тем не менее, величина m_r возросла в 3-3,5 раза. Нами также рассматривалась информация о боковой рефракции и влиянии горизонтальных углов ветра на суточный ход. Условия в малых полях преломления регулируют смешивание воздушных масс, температуру, а также плотность воздушных слоев, образованных отраженными лучами, и уменьшают эффект бокового преломления. Наши экспериментальные наблюдения показывают такие свойства ветра.

Проверки угловых измерений

№.№	Название серии	Результаты измерений		$\Delta = \delta_1 + \delta_2$
		3.07.2019	4.07.2019	
1	Утренняя	73°32'409	73°32'38"3	+2"6
2	Близ полудня	73°32'43"2	73°32'37"5	+5"7
3	Вечерняя	73°32'38"0	73°32'35"0	+3"0

Поэтому имеет место возрастание во второй половине дня угла 1-3 и уменьшение угла 1-4 в ранее приведенной таблице 2, полученной в основном из наблюдений при ветре вдоль шоссе. Таким образом, результаты наблюдений, приведенные в таблице 2, также до некоторой степени подтверждают наши предположения. В то же время, исследование нашло способ повысить точность результатов горизонтальных углов, измеренных в точках полигонометрии вблизи главной дороги и железной дороги в сухом и жарком климате Карши.

Учитывая внимание геодезистов, наблюдателей можно предполагать, что метод борьбы с рефракцией показал хорошую эффективность. По данным экспериментов видно, что разница температур между 10-13 и 19-21 часами выше, то есть утренний и вечерний периоды можно назвать временем успокоения атмосферы, этот короткий период можно назвать методом максимального избавления от преломления. Мы считаем, что наблюдения в изученных здесь условиях необходимо проводить именно в этот период, и рекомендуем приостановить работу с 13:00 до 16:00.

Выводы. Было доказано, что горизонтальные углы в полигонометрической сети, проложенной вблизи основных автомагистралей и железных дорог, также могут оказывать существенное влияние боковой рефракции на отдельных направлениях, проходящих по изучаемым нами дорогам. Экспериментальные исследования показали, что влияние на результаты геодезических измерений преломления даже в открытых хорошо проветриваемых областях составляет до $\pm 4''$ при высоте светового пучка 1,5 м. Стало возможным показать, что приближение визуального света к поверхности Земли приводит к увеличению погрешности преломления.

Основной причиной возникновения региональной рефракционной ошибки вблизи крупных автомобильных и железных дорог является потепление нижней части воздушного слоя под воздействием солнечного тепла, которое составляет 0-8 и 1-5 на высотах 1,5 и 0,75 м. Падение температуры достаточно тихое, а максимальные значения температуры воздуха возникают только тогда, когда ветер дует вдоль автомагистралей по оси дороги и в безветренную погоду.

Разбросанные воздушные массы, по-видимому, составляют 10-20 м в направлении ветра и 20-30 м в направлении, противоположном оси шоссе. Как правило, отход от оси дороги приводит к снижению температуры, в то время как максимальные значения температуры воздуха возникают только тогда, когда ветер дует вдоль шоссе и в безветренную погоду.

Можно было наблюдать, что рассеянные воздушные массы распределялись на расстоянии 10-20 м по направлению ветра и 20-30 м по направлению, противоположному оси автомагистрали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Суюнов Ш.А., Каримова У.Э., Файзиев Ш.Ш. Исследование переноса оптического изображения в облачной атмосфере по наклонным трассам// Сборник избранных научных работ Международной научно - практической конференции на тему: «Научно-исследов. работы в области Геоинформатики: современное состояние и перспективы» по проекту «DS in GIS – Докторантура в области Геоинформационных наук» в рамках программы Erasmus+

- Специальный том ИЗВЕСТИЯ географического общества Узбекистана. УзНУ. –Ташкент, 2018. – С. 130-133. (11.00.06; №6).
2. Tashpulayov S.A .Mullajanova G.M. Fayziyev SH.SH. Impact of atmosphere in accuracy of GPS measurements. // Modern scientific challenges an trends collection of scansion words of the intentional scientific conference Issue 12, Part 2 Warsaw Poland, January, 2019 part 1. Pp.160-163. (Index Copernicus. IF-0.612).
 3. Suyunov S.A., Fayziyev SH.SH. Studying experience of full breakage on the streets of Karshi in Kashkadarya region// International journal of advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN (online)2350-0328/ Of imaret Volume 4 Issue November 2019.Certificate №: ШОФ40101001 date 29th November 2019. 11873-11875. (Global Impact Factor, IF-6.123).
 4. Aanalysis of the qualification development of natural hazards at gynecologic almon tiring of landslide hazardous territories// International Journal of advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN (online):2350-0328/ Of imaret, Volume 4, Issue November 2019. Certificate №: ШОФ40101001 Date: 20th November 2019. 11534-11537. (Global Impact Factor, IF-6.123).
 5. Muminovich B. M., Muminovich B. M., SHamsi o'g'li F. S. H. Ways to Improve and Implement Satellite Network (SGN) Systems //EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION. – 2021. – Т. 1. – №. 2. – С. 116-121.
 6. Fayziev S. S., Ernazarova N. I. LAYING OF THE MAIN GAS PIPELINE ON THE TOPOGRAPHIC MAP //Thematic Journal of Applied Sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 2.