

УДК 528.73:528.1

А.А. ЛЕСОВОЙ, аспирант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ОШИБОК ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ МЕТОДАМИ ФОТОГРАММЕТРИИ

Рассмотрены физические источники ошибок фотоснимков. Разработана фотограмметрическая методика наблюдения за рефракцией. В методике приведен порядок полевых измерений и камеральной обработки. Приведены результаты исследования суточного изменения рефракции.

Цель работы – разработать методику наблюдения за рефракцией, которая отвечала бы современным требованиям точности, простотой полевых измерений, оперативностью камеральной обработки данных, не высокой стоимостью оборудования. Представить результаты исследования рефракции, сделать выводы о надежности разработанной методики наблюдений.

Точность измерений зависит от следующих источников: ошибок не совершенства измерительного оборудования; личных ошибок наблюдений; ошибок внешних условий среды, в которых проводятся измерения. Каждый из этих типов ошибок включают: систематические ошибки – могут быть определены и требуют введения поправок в измеренные величины либо требуют юстировки инструмента; случайные ошибки – ошибки, которые не могут быть полностью исключены, но их влияние может быть уменьшено, правильным выбором методики наблюдений.

Ошибки, которые оказывают влияние как на точность геодезических и фотограмметрических наблюдений, являются ошибки внешних условий среды, это такие ошибки как рефракция света, запыленность атмосферы, поверхностная дымка и др. Изучение этих ошибок имеет большой интерес для повышения точности измерений. Остановимся на более детальном вопросе рассмотрения природы этих ошибок, их значениях, методах исследования.

Рефракция света в атмосфере [позднелат. *refractio* - преломление, от лат. *refractus* — преломленный (*refringo* — ломаю, преломляю)], атмосферно-оптическое явление, вызываемое преломлением световых лучей в атмосфере и проявляющееся в кажущемся смещении удалённых объектов[1].

Из-за неоднородности строения земной атмосферы, в которой показатель преломления n в различных точках пространства различен и меняется во времени, луч электромагнитной волны является пространственной кривой с переменной кривизной и кручением. Проекция этой кривой на вертикальную и горизонтальную плоскости в точке наблюдения приводит к так называемой вертикальной рефракции и горизонтальной (боковой) рефракции. Первая проявляется при различных видах нивелирования: тригонометрическом, геометрическом; при аэрофотосъёмке, при наблюдениях ИСЗ. Боковая рефракция на один-два порядка меньше, чем вертикальная, и сопутствует всем видам рефракций; она непосредственно влияет на результаты измерения горизонтальных углов в триангуляции, полигонометрии и астрономических наблюдений азимутов. Зная показатель преломления атмосферы вдоль траектории распространения электромагнитных колебаний и вблизи неё, а также взаимное расположение источника и приёмника (наблюдателя) этих колебаний, можно составить уравнение луча и определить влияние рефракции на различные виды наблюдений. Однако, незнание прежде всего точного показателя преломления n атмосферы в моменты наблюдений (так как он находится в сложной зависимости от температуры, давления и влажности атмосферы, а также и от физико-географических условий, топографии местности, характера подстилающего покрова) не позволяет определить точную величину рефракции упомянутым прямым методом. Обычно в геодезии используют различные косвенные (метеорологические, геодезические, статистические и др.) способы определения рефракции и ослабления её действия на отдельные виды геодезических измерений[2].

Мороз О. И., доктор технических наук, в своей диссертации на тему: «Теоретичні основи вертикальної рефракції, способи її визначення, врахування і прогнозування» приводит формулы для определения вертикальной рефракции с не большими превышениями линий, основанных на показателях температуры, давления, приведем их ниже (1-3):

$$\sigma_B = -0,278 \frac{P}{T^2} L - \frac{P}{L} \int_0^L 78,85 * 10^{-6} \frac{P}{T^2} y |dL| \quad (1)$$

Обычно градиент температуры представляю деленную на две составляющие нормальную и аномальную, т.е. $\gamma = \gamma_n + \gamma_{ан}$, учитывая что $\gamma_n = 0,0098$ град/м, введя понятие аномального эквивалентного среднее весового градиента температуры $\gamma_{ан.с.с.р}$, поэтому формула (1) принимает вид:

$$\delta_s = 0,198 \frac{P}{T^2} L - 8,132 \frac{P}{T^2} L \gamma_{ан.с.с.р} \quad (2)$$

$$\gamma_{ан.с.с.р} = \frac{2}{L^2} \int_0^L \gamma_{ан} |dl| \quad (3)$$

где, δ_s - угол рефракции, сек; T - температура, К; P - давление, ГПа, L - длина отрезка, м; $\gamma, \gamma_n, \gamma_{ан}$ - градиент температуры, общий, нормальный, аномальный, соответственно, град/м; $\gamma_{ан.с.с.р}$ - аномальное эквивалентное среднее весового градиента температуры, град/м [3].

Выбор метода исследования рефракции. Одним из перспективных методов исследования условий внешней среды есть метод фотограмметрии.

Идея использования фотоснимков для задач создания карт, определения форм, размеров и взаимного расположения предметов в пространстве появилась вскоре после изобретения фотографии (французом Дагером и англичанином Тальботом в 1839 г.). Первый опыт фотографической съемки местности был осуществлен французом Эме Лосседа в 1859 г., для чего он построил специальный прибор – фототеодолит[4].

Фотограмметрия как наука не стоит на месте, она развивается, расширяя свои знания, используя новые методы, находя новое применение в различных отраслях науки и общества, расширяет свою приборную базу.

Фотограмметрия находит применение в различных видах деятельности: создание топографических карт и ГИС; геологические изыскания; охрана окружающей среды (изучение ледников и снежного покрова, бонитировка почв и исследование процессов эрозии, наблюдения за изменениями растительного покрова, изучение морских течений); проектирование и строительство зданий и сооружений; археологические раскопки; автоматизированное построение пространственной модели объекта по снимкам.

Сейчас чтобы производить простые фотограмметрические наблюдения достаточно цифрового фотоаппарата. Мы получаем цифровую модель на плоскости матрицы камеры с которой можем работать.

Требования к разрабатываемой методике наблюдений: влияние ошибок наблюдений свести к минимуму; простота наблюдений, камеральной обработки данных; не высокая дороговизна инструментов; высокая точность измерений; высокая степень автоматизации процесса измерений и связанная с этим объективность их результатов; большая производительность; возможность дистанционных измерений в условиях, когда пребывание на объекте небезопасно для человека.

С учетом выше перечисленных критериев, была разработана фотограмметрическая методика наблюдения за рефракцией, отвечающая вышеупомянутым требованиям.

Для того чтобы провести наблюдения движение визирного луч в атмосфере, необходимо обеспечить статичность объекта наблюдений (визирной марки) и фотограмметрического оборудования (фотокамеры). Для этого визирная марка и фотокамера устанавливаются на штативы и приводятся в рабочее состояние. Из-за статичности системы и полуавтоматического режима измерений, главным источником ошибок, который оказывает преобладающее влияние есть ошибки вызванные внешними условиями. Таким образом, появляется возможность локально исследовать один тип ошибок, это было одно из нашей цели. Фотокамера имеет матрицу с известным физическим размером (22,3*14,9 мм), она проецирует трехмерный объект на плоскость с осями координат (абсцисс и аппликат). Измеряя координаты марки каждого снимка, получаем отклонение координат, от среднего эти величины и есть горизонтальной и вертикальной составляющих рефракции, измеренных в пикселях. Для того чтобы перевести эти значения в метрическую систему, необходимо знать физический размер пикселя, расстояние до объекта, фокусное расстояние объектива. Для нормального случая съемки зависимость между фотограмметрическими координатами точек объекта и их изображениями на фотоснимках имеет вид (4-7) [4]:

$$x = p/x * x_p \quad (4)$$

$$z = pix * z_p, \quad (5)$$

$$X_\phi = \frac{B+x}{f}, \quad (6)$$

$$Z_\phi = \frac{B+z}{f} = Y_\phi \frac{z}{f}, \quad (7)$$

где X_ϕ, Z_ϕ - координаты определяемой точки объекта в фотограмметрической системе, м; B - горизонтальная проекция базиса фотосъемки, м; f - фокусное расстояние фотокамеры, м; x, z и X_p, Z_p - плоские координаты точки на снимке в метрах и пикселях соответственно; pix - размер пикселя, м.

В результате интервальной съемки марки мы получим на снимках, в хронометрическом порядке, отклонение луча визирования от начального значения по оси абсцисс и аппликата (см. рис. 1). Полученные данные показывают изменения положения визирного луча с течением времени. Это дает представление о том, как ведет себя луч в суточное время.



Рис. 1. Изменения луча визирования по оси аппликата с течением времени, мм

Фотограмметрическое оборудование. Комплект фотограмметрического оборудования состоит из цифрового зеркального фотоаппарата canon 600d, с максимальным разрешением снимка 5184x3456 пикселей, фотообъектива Таир-3 ФС 1952 г. Выпуска, с фиксированным фокусным расстоянием 300мм, специальное устройство для интервальной фотосъемки, в качестве объекта наблюдений использовалась геодезическая марка, двух штативов, электронного термометра, барометра, компаса, электронного носителя.

Порядок полевых работ:

установка фотокамеры в рабочее положение;

марку устанавливают на расстоянии 50-150м, выбрав при этом однородную подстилающую поверхность;

наведение камеры на марку, фокусирование, установка режима камеры с частотой снимков 5-15 мин;

запись ведется в журнал наблюдений таких показателей: направление, время начала наблюдений, дату, расстояние, делать пометки в случаях аномальных погодных условий (дождь, туман, сильный ветер, запыленность воздуха);

каждые 5-15 мин, вести запись в журнал наблюдений за изменением температуры и давления;

время наблюдений ограничено зарядом батареи фотокамеры и приблизительно равно 5-6 часам, получая при этом 30-36 снимков.

Камеральная обработка результатов измерений заключается в определении координат на снимке пикселя, на котором изобразился центр визирной марки.

Камеральную обработку было решено выполнять с помощью программ Adobe PhotoShop 5CS, Adobe After Effects CS6, Microsoft office Excel 2007.

С начало, необходимо перенести результаты измерений на жесткий диск. В Adobe PhotoShop 5CS выполнялась пакетная обработка снимков, в результате чего был подобран баланс белого, яркость, повышена контрастность снимка, полученные снимки были конвертированы в формат jpeg.

Сбор координат марки каждого снимка выполняется в программе Adobe After Effects CS6, где создается проект, переносятся снимки и с помощью маркера производится сбор координат. Координаты снимков записывают в Excel 2007, где производят пересчет из системы пиксельной меры в метрическую. Строится график изменения визирного луча по оси абсцисс и аппликата, график изменения температуры, давления (см. рис. 1,2). Проект сохраняют и закрывают.

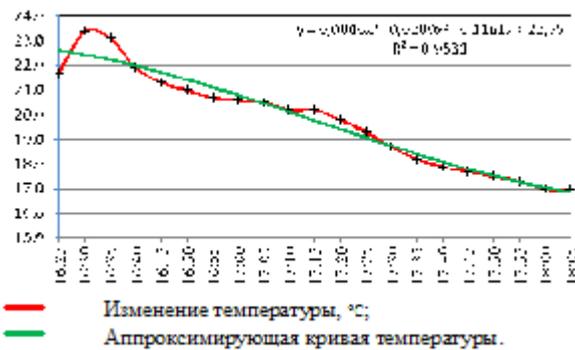


Рис. 2. Изменение температуры на период измерений, °C

пендикулярной к оси визирования. Методику можно рекомендовать для наблюдений вертикальной и горизонтальной рефракции, так как он отвечает всем вышеизложенным требованиям. Фотограмметрическая методика требует дальнейшего исследования, необходимо установить технические характеристики методики, точность определения влияния рефракции, предельные длины, время работы.

Список литературы

1. Загребин Д. В. Введение в астрометрию / Д. В. Загребин, М. — Л., 1966. 123 с.
2. Изотов А. А., Пеллинен Л. П. Исследования земной рефракции и методов геодезического нивелирования / А. А. Изотов, Л. П. Пеллинен. - М., 1955. - 240 с.
3. Мороз О. І. Теоретичні основи вертикальної рефракції, способи її визначення, врахування і прогнозування: дис... доктора технічних наук :05.24.01 / Мороз Олександр Іванович. – К., - Львів, - 2003. – 281 с.
4. Краснощекова И. А., Нормандская О. Б., Кислова А.М., Кислов В. В. Фотограмметрия / И. А. Краснощекова, О. Б. Нормандская, А.М. Кислова, В. В. Кислов. - М., - Недра, - 1978. -471 с.

Рукопись поступила в редакцию 18.02.13

УДК 622.272.3.01:536.24

О. Є. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф.,
А. А. НЕМЧЕНКО, В. А. КОНОВАЛЮК, кандидати техн. наук,
Д.О. ЛАПШИНА, студентка, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВІТРООБМІНУ В КАМЕРОПОДІБНИХ ВИРОБКАХ З ВЕЛИКИМИ ТЕПЛОПРИТОКАМИ

Наведено стан теплового режиму в камеро подібних виробках з великими штучними теплопритоками, а також вплив основних факторів на цей процес.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Температура повітря в камерах з великими штучними теплопритоками, особливо на глибоких горизонтах, може значно перевищувати допустимі санітарні норми (26 °C) і сягати 35-36 °C.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням теплового режиму в шахтних виробках присвячено велику кількість робіт, але безпосередній вплив штучних теплопритоків освітлень в недостатній мірі.

Викладання матеріалу та результати. Шахтні камероподібні виробки здебільшого використовуються для розміщення в них різного обладнання, що виділяє велику кількість тепла (насосні підстанції, підйомні машини сліпих стволів, перевантажувальні вузли конвеєрів та ін.). Кількість тепла, що виділяється в подібних камерах може бути настільки суттєвою, що виникає потреба у спеціальному провітрюванні з метою видалення надлишків тепла. У свою чергу ефективність конвективного теплообміну залежить від швидкості повітряного потоку. Провітрювання камер може здійснюватись наскрізним повітряним потоком і не наскрізним. При наскрізному провітрюванні перемішування холодних та гарячих мас більш інтенсивне. Розрахунок провітрювання камер може полягати у визначенні температури струменю на виході з камери або необхідної кількості повітря для підтримання необхідної температури в ній.

Складемо рівняння теплового балансу для довільної камероподібної виробки – камери шахтного водовідливу.